PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 19. 1. Oktober 1914. 15. Jahrgang.
Redaktionsschluß für No. 20 am 24. Oktober 1914.

INHALT:

Originalmitteilungen:
R. Freund, Über eine Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes. S. 817.
I. W. Cederberg, Über die Temperaturabhängigkeit einiger physikalischen Eigenschaften des Wassers in seinen verschiedenen Aggregatzuständen. S. 824.
E. Paulson, Zur Kenntnis des roten Argonspektrums. S. 831.
A. Righi, Über die Theorie der ionomagnetischen Drehungen. S. 833.
E. Gehrcke, Über ein Modell zur Erklärung der Lichtemission. IV. S. 838.
F. C. Kock, Eine Abänderung der Braunschen Röhre zur direkten Darstellung von Wechselstromkurven. S. 840.
G. Costanzo, Über die Beziehung zwischen dem Ausschlagswinkel und dem Potential beim Blattelektroskop. S. 843.
J. Laub, Bemerkung zu meiner Abhandlung: „Über die Zerlegung des Röntgenlichtes an einem Bieirand". S. 844.
E. Take, Bemerkung zu der Abhandlung der Herren Helmut Kröncke, Gotthelf Leimbach und Erich Mayer: Über eine Methode zur Erzeugung schwach gedämpfter Schwingungen mittels Löschkondensator. S. 844.

Besprechungen:
R. Pohl u. P. Pringsheim, Die lichtelektrischen Erscheinungen. S. 845.
J. Plotnikow, Photochemische Versuchstechnik. S. 845.
Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. III. IV. VI. VII. VIII. S. 845.
E. Rothé, Cours de physique. I. S. 846.
C. Pulfrich, Stereoskopisches Sehen und Messen. S. 846.
Berichtigung. S. 846.
Personalien. S. 846.
Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1914/15. S. 847.
Angebote. S. 864.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über eine Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalentes.

Von Robert Freund.

Auf der 67. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte im Jahre 1895 berichtet Herr Leonh. Weber-Kiel über eine neue Methode zur Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents durch Erwärmung eines Metallzylinders in einem rotierenden magnetischen Felde und gibt eine Beschreibung der von ihm gewählten Versuchsanordnung. — In neuerer Zeit[1]) hat Herr Lampa-Prag diese Messungen mit Benützung des von dem Stator eines Drehstrommotors gelieferten Drehfeldes wiederholt.

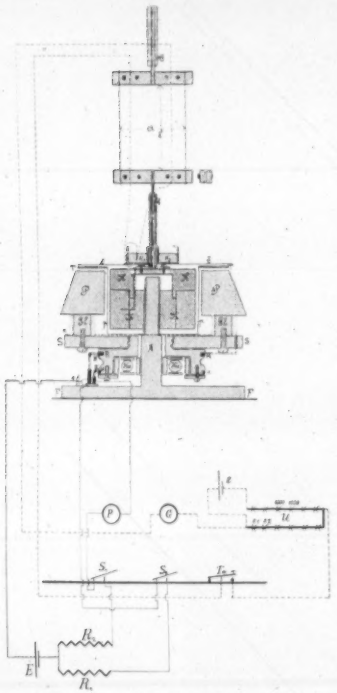
Gegen die Zulässigkeit der Anwendung eines Drehfeldes läßt sich einwenden, daß im Falle, als dieses nicht genau kreisförmig ist, d. h. wenn der magnetische Vektor während des Umlaufes auch seine Größe ändert, ein Teil des Wärme produzierenden Foucaultschen Stromes zur Erzeugung eines Drehmomentes nichts beiträgt. Darum hat Herr Tuma-Prag die im folgenden beschriebene Anordnung getroffen. Ich habe die Erprobung des Apparates übernommen und will hier die gewonnenen Messungsresultate mitteilen.

Zwei Elektromagnete El von Kreisringsektorenform haben aufgesetzte Polschuhe P, lassen zwischen sich eine zylindrische Höhlung frei und sind auf einer starken Eisenscheibe S durch Schrauben befestigt. In die Eisenscheibe verschraubt ist ein Stück Gußeisen, das zur Aufnahme eines Kugellagers Ku dient; dieses ist um das untere Ende einer vertikalen Achse A aufgezogen worden. An dem Gußeisen sind angebracht: ein durch Hartgummi isolierter Messingring R, darunter ein Schnurlauf zur Aufnahme eines Riemens behufs Antriebes durch einen Elektromotor und unterhalb dieses wiederum ein durch 12 isolierende Lamellen unterbrochener Messingring u, der als Unterbrecher dient. Eine schwere gußeiserne Bodenplatte F verleiht der schmiedeeisernen Achse A die nötige Stabilität. Der Apparat wurde auf einem Tische, der auf eisernen in die Mauer eingelassenen Trägern ruht und hierdurch vor Erschütterungen des Bodens gesichert ist, mittels Schrauben durch die Bodenplatte befestigt. Die zwei Riementeile zu beiden Seiten der Riemenscheibe führen über je eine Rolle nach abwärts zur Riemenscheibe des am Fußboden stehenden Elektromotors. Dadurch wurde erreicht, daß die Erschütterungen durch den Motor nicht auf den Apparat übertragen wurden.

In dem Raume zwischen den Polschuhen P wurde ein Kupferring K, der an einer hölzernen Scheibe H befestigt war, vermittels einer bifilaren Aufhängung schwebend erhalten. Diese Aufhängung wurde, um ebenfalls vor Stößen seitens des Motors bzw. des Apparates gesichert zu sein, andererseits von einem über dem Tische in der Wand des Zimmers befestigten Träger getragen. (Die Verlängerung der Achse A nach oben in den Zylinder hinein sollte dazu dienen, einen die Kraftlinien konzentrierenden unterteilten Eisenkern aufzunehmen; doch wurde davon abgesehen, da dann zu wenig Raum für den Zylinder erübrigte.)

Die Fäden der bifilaren Aufhängung wurden

1) „Über die Bestimmung des mechanischen Wärmeäquivalents mittels des elektromagnetischen Drehfeldes" Bd. 64, Nr. 4, S. 95—97 der naturwissenschaftlichen Zeitschrift Lotos-Prag.



Z = Zeiger, H = Holzzylinder, K = Kupferzylinder, P = Poschuhe, El = Elektromagnete, Ku = Kugellager, P = phonisches Rad, G = Galvanometer, U = Universalwiderstandskasten.

Fig. 1.

oben und unten zwischen je zwei Hartgummiplättchen festgeklemmt. Die Plättchen wurden unten im Stiel des Zylinders, oben in einer vertikalen, über der Mitte der Achse zentrierten Eisenstange durch Stift und Schraube befestigt. Um einen störenden Einfluß der durch Rotation des Apparates verursachten Luftströmungen zu verhindern, wurde der Kupferzylinder in einen Hohlzylinder p aus Pappendeckel, der mit seiner inneren Fläche um die Achse festsaß, gesenkt. Längs des oberen äußeren Umfanges war ein Holzkreisring T mit Gradteilung angebracht. Über dieser Teilung spielten zwei diametral um das untere Ende des aufrechten Stieles angebrachte Zeiger Z zur Ablesung des Winkels, um den der Zylinder bei Erregung der Elektromagnete aus der Ruhelage gebracht wird.

Die während des Versuches erreichten Temperaturerhöhungen wurden mit Hilfe eines Eisen-Konstantan-Thermoelementes gemessen. Die eine Lötstelle des Elementes wurde in eine Bohrung in den Zylinder gelötet; die Drähte des Elementes wurden von innen durch die obere Fläche des Holzzylinders geführt und sorgfältig durch Guttaperchaumwicklung isoliert. Die zweite Lötstelle war unter Quecksilber vor Luftströmungen geschützt. Die Drahtenden wurden zwischen den unteren Hartgummiplättchen festgeklemmt, lose nach aufwärts geführt, so daß sie die Bewegung des Zylinders nicht beeinträchtigten, zwischen den oberen Plättchen hindurch und durch Zuleitungsdrähte mit Galvanometer G und Taster Ta der übrigen Versuchsanordnung verbunden.

Die eine Stromzuführung zu den Elektromagneten El geschah durch eine Schleifbürste B und den Ring R. An den letzteren war das eine Ende der Wickelung der Elektromagnete festgeklemmt, während das andere mit der Scheibe S und somit mit dem Körper des Apparates verbunden war. Eine am gußeisernen Fuße angebrachte Klemmschraube 1 gestattete den Anschluß an die Stromquelle. Ein regulierbarer Widerstand R_1 ließ eine verschieden starke Erregung der Feldmagnete herstellen.

Um die Umdrehungszahl n des Apparates zu ermitteln, wurde ein phonisches Rad verwendet, für welches durch den Unterbrecherring u, auf dem eine Schleifbürste B' auflag, der erforderlich unterbrochene Strom hergestellt wurde. Das phonische Rad hatte 50 Zähne, der Ring u des Apparates hatte 12 Lamellen; jede zweite aus Vulkanfiber bestehend, gab eine Unterbrechung (somit 6 Unterbrechungen bei einer Umdrehung). Bei jeder Unterbrechung rückt das phonische Rad um einen Zahn weiter. Der Apparat hat somit bei einer Umdrehung des phonischen Rades $^{50}/_{6}$ Umdrehungen ausgeführt. Es wurde zu Beginn einer jeden Versuchsreihe, ohne die Elektromagnete zu erregen, der Apparat in Rotation versetzt und wiederholt die Zeit gemessen, in der das phonische Rad 100 Umdrehungen machte; sie ergab sich durchschnittlich zu 56 Sekunden. Die Unterschiede rührten von Veränderungen in der Tourenzahl des Apparates wegen Riemengleitung. Die Umdrehungszahl n_1 des Apparates während einer Sekunde ist dann $n_1 = {}^{100}/_{56} \cdot {}^{50}/_{6}$. Während der Versuche wurden nicht die Umdrehungen des phonischen Rades gezählt, sondern immer die Dauer des Versuches mit Hilfe einer Stoppuhr bestimmt und aus der Zeit die gesamte Umdrehungszahl n des Apparates berechnet.

Ist P das Gewicht des Kupferzylinders samt Aufhängungsvorrichtung, a der Horizontalabstand der beiden Fäden der bifilaren Aufhängung, l die Fadenlänge, so ist die bifilare Direktions-

kraft der Schwere $K = P \cdot \frac{a^2}{4} \cdot \frac{1}{l}$. Wird der Apparat in Rotation versetzt und werden die Elektromagnete erregt, so wird je nach der Stärke der Erregung der Zylinder um einen gewissen Winkel α aus der Ruhelage gebracht und verbleibt in dieser Stellung. Das dem Ablenkungswinkel α entsprechende rücktreibende Drehmoment ist

$$D = K \cdot \sin \alpha = P \cdot \frac{a^2}{4} \cdot \frac{1}{l} \cdot \sin \alpha.$$

Die Größe der mechanischen Arbeit, die aufgewendet werden muß, um den Zylinder in dieser Lage zu erhalten, ist gegeben durch

$$A = D \cdot 2\pi n,$$

wenn n die Zahl der vom Apparate gemachten Umdrehungen bezeichnet. Zur Bestimmung des Drehmomentes können sämtliche Größen ohne weiteres gemessen werden; die Messung des Winkels α erfolgte mit Hilfe von Zeiger und Kreisteilung.

Um eventuelle Temperaturunterschiede im Kupferzylinder zu beobachten, wurden in drei verschiedene Bohrungen (oben, Mitte, unten) Thermoelemente gelötet. Der Temperaturanstieg erwies sich überall als der gleiche.

Die Eichung des Thermoelementes erfolgte außerhalb der Apparatur, indem die beiden Lötstellen auf bestimmte Temperaturen gebracht wurden und die, den bekannten Temperaturunterschieden entsprechenden elektromotorischen Kräfte mittels Kompensationsmethode ermittelt wurden. Es ergab sich in dem betrachteten Intervall für je 1° Temperaturunterschied die elektromotorische Kraft von 51 Mikrovolt. Die Messung der Temperaturerhöhung des Zylinders während einer Versuchsreihe erfolgte gleichfalls nach der Kompensationsmethode mit Hilfe eines Kompensations-Widerstandkastens (U). Als Kompensationselement diente ein Akkumulator, dessen elektromotorische Kraft e nach einer jeden Versuchsreihe durch Kompensation mit einem Normalelement bestimmt wurde.

Der Versuchsvorgang war folgender: der Apparat wurde in Rotation versetzt, der Schlüssel S_1 geschlossen (S_2 blieb offen), so daß die Elektromagnete des phonischen Rades, nicht aber jene des Apparates erregt wurden und es wurde durch längere Dauer die Zeit beobachtet, in welcher das phonische Rad 100 Umdrehungen vollführte. Wurde dann am Kompensations-Widerstandskasten das Verhältnis der Widerstände 0,1 : 4000,1 hergestellt und der Taster Ta gedrückt, so zeigte das Spiegelgalvanometer, dessen Nullage vorher bestimmt wurde (die Ablesung geschah durch Fernrohr und Skala), einen kleinen Ausschlag an. Nach Erregung der Elektromagnete des Apparates durch Schließung des Schlüssels S_2 wurde bei niedergehaltenem Taster Ta der Durchgang des Galvanometers durch die Nullage beobachtet. In diesem Moment wurde eine Stoppuhr gestoppt und die Zeit bestimmt, die vergeht, bis das Galvanometer beim Widerstandsverhältnis 0,2 : 4000,2 wieder durch die Nullage geht; hierauf wurde mit einer zweiten Stoppuhr die Zeit bis zur Kompensation beim Widerstandsverhältnis 0,3 : 4000,3 gemessen u. s. f. — Für den ersten Durchgang des Galvanometers durch die Nullage ergibt sich die elektromotorische Kraft x des Thermoelementes nach der Proportion

$$x : e = 0{,}1 : 4000{,}1,$$

wenn e die elektromotorische Kraft des kompensierenden Akkumulators bedeutet. Der dieser elektromotorischen Kraft entsprechende Temperaturunterschied t_1 der beiden Lötstellen ergibt sich als Quotient $\frac{x}{51}$ (x in Mikrovolt). Für den zweiten Durchgang des Galvanometers durch die Nullage sei der Temperaturunterschied t_2, im Augenblicke der dritten Kompensation t_3, u. s. f. Zur Temperaturerhöhung $t_{2,1} = t_2 - t_1$ des Kupferzylinders war die Zeit τ_1 nötig, zur Temperaturerhöhung $t_{3,2} = t_3 - t_2$ die Zeit τ_2 . . . Die diesen Temperaturerhöhungen $t_{2,1}$, $t_{3,2}$, $t_{4,3}$, . . . entsprechenden Wärmemengen sind

$$W_1' = Q \cdot c \cdot t_{2,1},$$
$$W_2' = Q \cdot c \cdot t_{3,2},$$
$$W_3' = Q \cdot c \cdot t_{4,3},$$
$$\ldots\ldots\ldots,$$

wenn Q das Gewicht des Kupferzylinders allein, c dessen spezifische Wärme ist.

Dazu kommen noch jene Wärmemengen, die während der Zeiten τ_1, τ_2, τ_3, . . . an die Umgebung verloren gingen. Um die Art der Bestimmung der an die Umgebung abgegebenen Wärmemengen zu erörtern, ist es notwendig, den Hergang einer Versuchsreihe nochmals zu skizzieren.

Nach Erregung der Feldmagnete wurde der Zylinder um einen Winkel α aus der Ruhelage gedreht. Zur Erwärmung um $t_{2,1}$ war die Zeit τ_1, um $t_{3,2}$ die Zeit τ_2, um $t_{4,3}$ die Zeit τ_3, . . . notwendig. Werden nun die Temperaturerhöhungen als Abszissen, die zugehörigen Zeiten als Ordinaten in einem rechtwinkligen Koordinatensystem aufgetragen, so erhalten wir eine Erwärmungskurve des Zylinders. Für jeden Winkel α eine andere, wenn sonst alle Größen, die bei der Bestimmung des Drehmomentes in Betracht kommen, die gleichen bleiben. Wird der Winkel α durch stärkere Erregung der Elektromagnete größer, so werden die einzelnen Zeiten τ_1, τ_2, τ_3, . . . kleiner.

t_n sei die größte Temperaturerhöhung, bis zu der während der einzelnen Versuchsreihen

vorgegangen wurde. — Von dieser Temperatur lassen wir den Zylinder auf die Temperatur der Umgebung abkühlen. Die Abkühlung muß unter gleichen Verhältnissen vor sich gehen wie die Erwärmung; der Apparat wird weiter in Rotation erhalten, bloß die Erregung der Elektromagnete hat aufgehört, indem der Schlüssel S_1 geöffnet wurde.

Zur Abkühlung des Zylinders auf die Temperatur t_{n-1} verstreiche die Zeit τ_n' (wiederum durch Kompensation der elektromotorischen Kraft des Thermoelementes und Stoppuhr gemessen), zur weiteren Abkühlung auf t_{n-2} die Zeit τ_{n-1}', . . . Tragen wir abermals die Temperaturen t_1, t_2, . . t_{n-1}, t_n als Abszissen und die zur Abkühlung erforderlichen Zeiten τ_n', τ_{n-1}', . . . als Ordinaten auf, so erhalten wir die Abkühlungskurve des Zylinders in dem betrachteten Temperaturintervall. Die Kurve beginnt im Punkte t_n der Abszissenachse und steigt immer mehr an, da die Abkühlung des

Fig. 2.

Zylinders um so langsamer vor sich geht, je geringer die Temperatur des Kupferzylinders über jener der Umgebung ist.

Zur Bestimmung der an die Umgebung abgegebenen Wärmemengen wurde die Annahme gemacht, daß während der aufeinander folgenden Zeiten τ_1, τ_2, τ_3, . . . die Erwärmung gleichmäßig vor sich ging; daß während der Zeit τ_1 die mittlere Temperatur $\frac{t_1 + t_2}{2}$, während der Zeit τ_2 die Temperatur $\frac{t_2 + t_3}{2}$, allgemein während der Zeit τ_k die Temperatur $\frac{t_k + t_{k+1}}{2}$ vorhanden war. Wird in dem Punkte der Abkühlungskurve, welcher der Temperatur $\frac{t_k + t_{k+1}}{2}$ entspricht, nach aufwärts die Zeit τ_k aufgetragen, die Parallele zur Abszissenachse bis zum Schnitte mit der Kurve gezogen, dann ergibt die Größe dieser Parallelen jenen Teil der Temperaturgrade, der dem Zylinder in der Zeit τ_k verloren gegangen ist. Bei genügend klein gewählten Zeitteilchen würde sich unter dieser Annahme ein günstiges Resultat ergeben. Doch würden andere, nicht zu vermeidende Fehler, vor allem solche bei der Zeitbestimmung, das Resultat beeinflussen. In einem kleinen Intervall, das vor dem Punkte liegt, in welchem die Wärmeaufnahme des Zylinders und dessen Wärmeabgabe den gleichen Wert erhalten, erweist sich die Annahme dieser Durchschnittstemperaturen, selbst für die bei den vorgenommenen Versuchen ziemlich großen Zeiten τ, als zutreffend. Von hier aus verlangsamt sich der Erwärmungsprozeß immer mehr, die Endtemperaturen erhalten gegenüber den anfänglichen ein größeres Gewicht; die Durchschnittstemperaturen wären nun mit $\frac{t_k + 2t_{k+1}}{3}$ oder $\frac{2t_k + 3t_{k+1}}{5}$, aber immer wechselnd anzusetzen. Andererseits gestaltet sich die Ablesung der an die Umgebung abgegebenen Temperaturgrade in der Nähe des Anfangspunktes des Koordinatensystems ungenau. Hier verläuft die Abkühlungskurve sehr steil, die Darstellung der Abhängigkeit zwischen Abkühlung und der hierzu erforderlichen Zeit wird eine ungenaue, dadurch auch die abgelesenen Temperaturen (ϑ_1, ϑ_2, ϑ_3, . . .). Sie werden zunächst zu groß, dann annähernd richtig und gegen die höheren Temperaturen zu klein abgelesen. Zur Bestimmung eines mittleren durchschnittlichen Wertes der dem Zylinder verloren gegangenen Temperaturen wurde folgender Weg eingeschlagen. In der Zeit τ_1 erfährt der Zylinder die Temperaturerhöhung $t_{2,1}$; die Temperatur ϑ_1 geht an die Umgebung verloren. Die gesamte in der Zeit τ_1 erzeugte Wärmemenge ist somit

$$W_1 = Q \cdot c\,(t_{2,1} + \vartheta_1),$$

in der Zeit τ_2 ist sie

$$W_2 = Q \cdot c\,(t_{3,2} + \vartheta_2)$$

und in der Zeit τ_k

$$W_k = Q \cdot c\,(t_{k+1,\,k} + \vartheta_k).$$

Ablenkungswinkel α	Drehmoment D	Mech. Arbeit A [kgm]	t_k	$t_{k+1}-t_k$	$\frac{t_k+t_{k+1}}{2}$	τ_k	ϑ_k	$t_{k+1,k}+\vartheta_k$	q_k	q	W [kg Kal]	E
			3^0									
Anfangslage: $11^0\,50'$				1^0	$3,5^0$	$3^m\,53^s$	$0,28^0$	$1,28^0$	$0,00549^0$			
Endlage: $20^0\,00'$			4^0									
				1^0	$4,5^0$	$4^m\,18^s$	$0,40^0$	$1,40^0$	$0,00542^0$			
Mittel aus $19^0\,55'$ u. $20^0\,05'$			5^0									
				1^0	$5,5^0$	$4^m\,34^s$	$0,53^0$	$1,53^0$	$0,00558^0$			
$\alpha = 8^0\,10'$	$0,00374188$	$0,349865$	6^0							$0,00546^0$	$0,000818181$	427
				1^0	$6,5^0$	$5^m\,34^s$	$0,78^0$	$1,78^0$	$0,00533^0$			
			7^0									
				1^0	$7,5^0$	$6^m\,12^s$	$1,12^0$	$2,12^0$	$0,00569^0$			
			8^0									
				1^0	$8,5^0$	$8^m\,12^s$	$1,60^0$	$2,60^0$	$0,00528^0$			
			9^0									
			1^0									
Anfangslage: $12^0\,20'$				1^0	$1,5^0$	$2^m\,41^s$						
Endlage: $22^0\,00'$			2^0									
				1^0	$2,5^0$	$2^m\,50^s$	$0,17^0$	$1,17^0$	$0,00688^0$			
Mittel aus $21^0\,55'$ u. $22^0\,05'$			3^0									
				1^0	$3,5^0$	$3^m\,10^s$	$0,23^0$	$1,23^0$	$0,00647^0$			
$\alpha = 9^0\,40'$	$0,00442335$	$0,413582$	4^0									
				1^0	$4,5^0$	$3^m\,34^s$	$0,34^0$	$1,34^0$	$0,00626^0$	$0,00643^0$	$0,000963536$	429
			5^0									
				1^0	$5,5^0$	$3^m\,50^s$	$0,45^0$	$1,45^0$	$0,00630^0$			
			6^0									
				1^0	$6,5^0$	$4^m\,20^s$	$0,64^0$	$1,64^0$	$0,00630^0$			
			7^0									
				1^0	$7,5^0$	$4^m\,42^s$	$0,87^0$	$1,87^0$	$0,00663^0$			
			8^0									
				1^0	$8,5^0$	$5^m\,42^s$	$1,14^0$	$2,14^0$	$0,00618^0$			
			9^0									
			2^0									
Anfangslage: $12^0\,20'$				1^0	$2,5^0$	$2^m\,24^s$	$0,15^0$	$1,15^0$	$0,00798^0$			
Endlage: $23^0\,00'$			3^0									
				1^0	$3,5^0$	$2^m\,42^s$	$0,19^0$	$1,19^0$	$0,00734^0$			
Mittel aus $22^0\,55'$ u. $23^0\,05'$			4^0									
				1^0	$4,5^0$	$3^m\,10^s$	$0,30^0$	$1,30^0$	$0,00684^0$			
$\alpha = 10^0\,40'$	$0,00487564$	$0,455871$	5^0									
				1^0	$5,5^0$	$3^m\,15^s$	$0,38^0$	$1,38^0$	$0,00708^0$	$0,00714^0$	$0,00106993$	426
			6^0									
				1^0	$6,5^0$	$3^m\,45^s$	$0,55^0$	$1,55^0$	$0,00689^0$			
			7^0									
				1^0	$7,5^0$	$3^m\,53^s$	$0,75^0$	$1,75^0$	$0,00751^0$			
			8^0									
				1^0	$8,5^0$	$4^m\,46^s$	$0,95^0$	$1,95^0$	$0,00681^0$			
			9^0									
				1^0	$9,5^0$	$5^m\,24^s$	$1,17^0$	$2,17^0$	$0,00669^0$			
			10^0									
			1^0									
Anfangslage: $12^0\,20'$				1^0	$1,5^0$	$1^m\,56^s$						
Endlage: $25^0\,40'$			2^0									
				1^0	$2,5^0$	$2^m\,1^s$	$0,12^0$	$1,12^0$	$0,00925^0$			
Mittel aus $25^0\,35'$ u. $25^0\,45'$			3^0									
				1^0	$3,5^0$	$2^m\,10^s$	$0,16^0$	$1,16^0$	$0,00892^0$			
$\alpha = 13^0\,20'$	$0,00607499$	$0,568010$	4^0									
				1^0	$4,5^0$	$2^m\,21^s$	$0,22^0$	$1,22^0$	$0,00847^0$	$0,00893^0$	$0,00133816$	424
			5^0									
				1^0	$5,5^0$	$2^m\,30^s$	$0,30^0$	$1,30^0$	$0,00866^0$			
			6^0									
				1^0	$6,5^0$	$2^m\,34^s$	$0,37^0$	$1,37^0$	$0,00896^0$			
			7^0									
				1^0	$7,5^0$	$2^m\,43^s$	$0,52^0$	$1,52^0$	$0,00932^0$			
			8^0									
			3^0									
Anfangslage: $12^0\,20'$				1^0	$3,5^0$	$1^m\,47^s$	$0,14^0$	$1,14^0$	$0,0106^0$			
Endlage: $27^0\,40'$			4^0									
				1^0	$4,5^0$	$1^m\,54^s$	$0,19^0$	$1,19^0$	$0,0104^0$			
			5^0									

Ablenkungswinkel α	Drehmoment D	Mech. Arbeit A [kgm]	t_k	$t_{k+1}-t_k$	$\frac{t_k+t_{k+1}}{2}$	τ_k	ϑ_k	$t_{k+1,k}+\vartheta_k$	q_k	q	W [kg Kal]	E
Mittel aus 27° 35′ u. 27° 45′			6°	1°	5,5°	1m 58s	0,24°	1,24°	0,0105°			
$\alpha = 15° 20'$	0,00696562	0,651283	7°	1°	6,5°	2m 05s	0,30°	1,30°	0,0104°	0,0102°	0,00152847	426
			8°	1°	7,5°	2m 11s	0,40°	1,40°	0,0106°			
			9°	1°	8,5°	2m 33s	0,50°	1,50°	0,0098°			
			10°	1°	9,5°	2m 50s	0,64°	1,64°	0,0097°			
			11°	1°	10,5°	2m 55s	0,75°	1,75°	0,0100°			
			1°									
Anfangslage: 12° 20′			2°	1°	1,5°	1m 21s						
Endlage: 30° 40′			3°	1°	2,5°	1m 21s	0,075°	1,075°	0,0132°			
Mittel aus 30° 35′ u. 30° 45′			4°	1°	3,5°	1m 31s	0,11°	1,11°	0,0122°			
$\alpha = 18° 20'$	0,00828561	0,774703	5°	1°	4,5°	1m 38s	0,156°	1,156°	0,0118°	0,0121°	0,00181385	427
			6°	1°	5,5°	1m 40s	0,20°	1,20°	0,0120°			
			7°	1°	6,5°	1m 44s	0,27°	1,27°	0,0122°			
			8°	1°	7,5°	1m 46s	0,35°	1,35°	0,0127°			
			9°	1°	8,5°	1m 56s	0,40°	1,40°	0,0121°			
			10°	1°	9,5°	2m 06s	0,47°	1,47°	0,0117°			
			11°	1°	10,5°	2m 06s	0,52°	1,52°	0,0121°			
			12°	1°	11,5°	2m 20s	0,66°	1,66°	0,0118°			
			1°									
Anfangslage: 12° 20′			2°	1°	1,5°	1m 08s						
Endlage: 33° 35′			3°	1°	2,5°	1m 10s	0,07°	1,07°	0,0153°			
Mittel aus 33° 30′ u. 33° 40′			4°	1°	3,5°	1m 13s	0,09°	1,09°	0,0149°			
$\alpha = 21° 15'$	0,00954739	0,892679	5°	1°	4,5°	1m 23s	0,13°	1,13°	0,0136°	0,0140°	0,0020979	425
			6°	1°	5,5°	1m 23s	0,15°	1,15°	0,0139°			
			7°	1°	6,5°	1m 23s	0,20°	1,20°	0,0145°			
			8°	1°	7,5°	1m 32s	0,29°	1,29°	0,0140°			
			9°	1°	8,5°	1m 38s	0,31°	1,31°	0,0133°			
			10°	1°	9,5°	1m 39s	0,38°	1,38°	0,0139°			
			11°	1°	10,5°	1m 43s	0,41°	1,41°	0,0137°			
			12°	1°	11,5°	1m 43s	0,41°	1,41°	0,0136°			
			2°									
Anfangslage: 12° 20′			3°	1°	2,5°	0m 56s	0,05°	1,05°	0,0187°			
Endlage: 38° 20′			4°	1°	3,5°	1m 00s	0,08°	1,08°	0,0180°			
Mittel aus 38° 15′ u. 38° 25′			5°	1°	4,5°	1m 04s	0,10°	1,10°	0,0171°			
$\alpha = 26°$	0,0115475	1,07969	6°	1°	5,5°	1m 05s	0,12°	1,12°	0,0171°	0,0169°	0,00253247	426
				1°	6,5°	1m 09s	0,17°	1,17°	0,0169°			

Ablenkungswinkel α	Drehmoment D	Mech. Arbeit A [kgm]	t_k	$t_{k+1}-t_k$	$\frac{t_k+t_{k+1}}{2}$	τ_k	ϑ_k	$t_{k+1,k}+\vartheta_k$	q_k	q	W [kg Kal]	E
			7°									
				1°	7,5°	1m 11s	0,22°	1,22°	0,0171°			
			8°									
				1°	8,5°	1m 16s	0,25°	1,25°	0,0164°			
			9°									
				1°	9,5°	1m 21s	0,31°	1,31°	0,0161°			
			10°									
				1°	10,5°	1m 21s	0,34°	1,34°	0,0165°			
			11°									
				1°	11,5°	1m 28s	0,41°	1,41°	0,0160°			
			12°									
				1°	12,5°	1m 29s	0,47°	1,47°	0,0165°			
			13°									

Der Zylinder wird in der Zeiteinheit stets von der gleichen Anzahl Kraftlinien geschnitten. Daraus folgt, daß die in gleichen Zeiten erzeugten Wärmemengen einander gleich sein müssen. In der Zeiteinheit werden innerhalb einer Versuchsreihe die Wärmemengen

$$\frac{W_1}{\tau_1}, \frac{W_2}{\tau_2}, \ldots$$

erzeugt. Es sollte somit die Relation

$$\frac{W_1}{\tau_1} = \frac{W_2}{\tau_2} = \frac{W_3}{\tau_3} = \ldots$$

bestehen und weiterhin

$$\frac{t_{2,1}+\vartheta_1}{\tau_1} = \frac{t_{3,2}+\vartheta_2}{\tau_2} = \frac{t_{4,3}+\vartheta_3}{\tau_3} = \ldots$$

$$\frac{}{q_1} = \frac{}{q_2} = \frac{}{q_3} = \ldots$$

Im allgemeinen wird diese letzte Beziehung, infolge der Fehler, welche den Werten ϑ_k anhaften, nicht zutreffen. In welcher Weise die einzelnen Quotienten $q_1, q_2, q_3, \ldots$ voneinander abweichen, wird aus der tabellarischen Zusammenfassung (S. 821 u. ff.) über die einzelnen Versuchsreihen ersichtlich. Wird aber ein Mittelwert q aller dieser Werte q_k einer Versuchsreihe

$$q = \frac{q_1 + q_2 + q_3 + \ldots + q_k}{k}$$

bei der Bestimmung des Äquivalentes in Rechnung gezogen, dann ergibt sich stets ein günstiges Resultat.

Die Messungen einer Versuchsreihe, welche die Werte $t_{k+1,k}$, ϑ_k, τ_k liefern, wurden deswegen in größerer Anzahl vorgenommen, um einen möglichst richtigen Mittelwert q zu erhalten.

Die Berechnung des mechanischen Wärmeäquivalentes E erfolgt schließlich nach der Beziehung

$$D \cdot 2n_1\pi = E \cdot Q \cdot c \cdot q \text{ oder } A = E \cdot W;$$

hierbei gibt die linke Seite der Gleichung die während der Zeiteinheit verlorene Bewegungsenergie und die rechte Seite die in der Zeiteinheit erzeugte gesamte Wärmemenge an.

Die tabellarische Zusammenstellung gibt über die ermittelten Werte Aufschluß.

P = Gewicht des Kupferzylinders samt Aufhängevorrichtung; $P = 2{,}682$ kg (konnte durch Auflegen von Bleiringen variiert werden).

a = horizontaler Abstand der Aufhängefäden; $a = 0{,}081$ m.

l = Länge der Aufhängefäden; $l = 0{,}167$ m.

n_1 = Umdrehungszahl des Apparates in der Sekunde; $n_1 = {}^{50}/_{6} \cdot {}^{100}/_{56}$.

Q = Gewicht des Kupferzylinders allein; $Q = 1{,}665$ kg.

c = spezifische Wärme des Kupfers; $c = 0{,}09$.

Bei den für die Berechnung des Äquivalentes gewählten acht Versuchsreihen — es wurde noch eine Anzahl anderer ausgeführt —, ergaben sich die Werte 427, 429, 426, 424, 426, 427, 425 und 426. Als Mittelwert ergibt sich die Zahl

426,25.

Bei den anderen Versuchsreihen fehlte die Belastung des Zylinders durch die drei Bleiringe, die Länge der Aufhängefäden war eine größere, der Wert der Direktionskraft der Schwere ein viel kleinerer. Die Erwärmung des Zylinders von Grad zu Grad verlief sehr langsam, so daß die angewandten Durchschnittswerte hier nicht das richtige Resultat ergaben.

Daß bei den betrachteten Versuchsreihen die Größe des Winkels α innerhalb einer Grenze von 10 Minuten schwankt, hat in der Dicke des Zeigers den wesentlichen Grund.

Vorliegende Arbeit wurde auf Anregung von Herrn Professor Dr. J. Tuma im physikalischen Institute der deutschen technischen Hochschule in Prag ausgeführt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Tuma, meinen besten Dank zu sagen für die Anregung zu dieser Arbeit, das stets rege Interesse an ihrem Fort-

gange und die Liebenswürdigkeit, mit der er mir ein Arbeiten im Institute ermöglichte.

Herrn Konstrukteur Dr. phil. J. Zecha bin ich für dessen freundliche Mithilfe gleichfalls zu Dank verpflichtet.

Wien, im Mai 1914.

(Eingegangen 3. August 1914.)

Über die Temperaturabhängigkeit einiger physikalischen Eigenschaften des Wassers in seinen verschiedenen Aggregatzuständen.

Von Ivar W. Cederberg.

In einer jüngst veröffentlichten Mitteilung[1]) habe ich gezeigt, daß sich die Größe a in der van der Waalsschen Dampfdruckformel:

$$\log \frac{\pi_0}{p} = a\left(\frac{\vartheta_0}{T} - 1\right) \qquad (1)$$

(π_0, ϑ_0 kritischer Druck bzw. kritische Temperatur, p Dampfdruck, T absolute Temperatur[2]) als Funktion der Temperatur allgemein durch einen einfachen Exponentialausdruck vollkommen darstellen läßt. In der vorliegenden Arbeit möchte ich nun auf einige, wie es mir scheint, wichtige Anwendungen der früher entwickelten Beziehungen eingehen. Dabei beschränke ich mich auf eine kurze Besprechung einiger Resultate von besonderem Interesse, da die ausführlichere Behandlung des Gegenstandes im Anschluß an Gleichgewichtsberechnungen nach dem Nernstschen Wärmetheorem meiner demnächst erscheinenden Inaugural-Dissertation vorbehalten werden mag.

1. Allgemeines über die Ermittelung der chemischen Konstante eines Stoffes.

Wir schließen unsere Betrachtungen der bekannten Clausius-Clapeyronschen Gleichung an:

$$\frac{dp}{dT} = \frac{\lambda}{T(V-v)}, \qquad (2)$$

wo λ die molekulare Verdampfungswärme, V, v das Molekularvolumen einer Substanz als gesättigten Dampf bzw. festes oder flüssiges Kondensat bezeichnen.

Die Integration dieser Gleichung ist bekanntlich nur unter der vereinfachenden Annahme möglich, daß das Molekularvolumen des Kondensats gegen das des Dampfes zu vernachlässigen ist und daß der gesättigte Dampf den einfachen Gasgesetzen gehorcht. Dies ist bei Flüssigkeiten in einem Temperaturgebiet weit unterhalb ihrer kritischen Temperatur allgemein der Fall und aus der obigen Gleichung geht somit durch Integration die bei tiefen Temperaturen gültige Dampfdruckformel hervor:

$$\log p = \frac{M}{R}\int \frac{\lambda}{T^2}\,dT + C, \qquad (3)$$

(R die allgemeine Gaskonstante, M der Modulus der Briggschen Logarithmen), worin die Integrationskonstante C wegen ihrer fundamentalen Bedeutung für die Affinitätsberechnung bei Reaktionen in gasförmigen Systemen von Nernst als „chemische Konstante" bezeichnet wird.

Der Wert dieser Konstante C ist für jeden Körper eigentümlich, aber unabhängig vom Aggregatzustand, in dem sich der Stoff befindet, wie Nernst[1]) gezeigt hat; es ist also gleichgültig, ob Formel (3) den Dampfdruck über die feste oder über die flüssige Phase darstellt.

Die zahlenmäßige Bestimmung dieser wichtigen Größe wird davon abhängig sein, inwieweit wir den wahren Temperaturverlauf der molekularen Verdampfungswärme durch geeignete Funktionen ausdrücken können. Theoretisch läßt sich diese Aufgabe durch die bekannte thermodynamische Beziehung

$$\frac{d\lambda}{dT} = C_p - c \qquad (4)$$

(C_p, c die Molekularwärme bei konstantem Druck von gesättigtem Dampf bzw. Kondensat) auf die der Ermittelung der Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärmen von Dampf und festem oder flüssigem Kondensat zurückführen.

Die chemische Konstante C eines Stoffes ist daher berechenbar, wenn der Temperaturverlauf der genannten Größen gegeben ist und ferner die molekulare Verdampfungswärme und der Dampfdruck in je einem Temperaturpunkt bekannt sind. Dies wird nun aber sehr selten der Fall sein, besonders weil unsere Vorstellungen über die spezifische Wärme mehratomiger Gase noch immer sehr unklar sind, so daß dieser Weg zur Berechnung von C nur in Ausnahmefällen gangbar ist.

Der von Nernst eingeschlagene Weg zur angenäherten Ermittelung der Integrationskonstante bestand bekanntlich darin, daß er eine lineare Temperaturabhängigkeit der Molekularwärmen von Dampf und Kondensat annahm und noch die provisorische Annäherung einführte, daß beim absoluten Nullpunkt die Molekularwärme eines Dampfes bei konstantem Druck allgemein um 3,5 Kal. größer ist als die seines Kondensationsproduktes. Auf diese Weise resultierte die bekannte Dampfdruckformel:

1) Diese Zeitschr. 15, 697, 1914.

2) Als Nullpunkt der absoluten Temperaturskala wird — 273,09 angenommen.

1) Nachr. d. K. Ges. d. Wiss. Göttingen 1906, Math.-physik. Klasse, Heft 1.

$$\log p = -\frac{M \cdot \lambda_0}{RT} + 1{,}75 \log T - \frac{M \cdot \varepsilon}{R} T + C \quad (5)$$

(λ_0 molekulare Verdampfungswärme beim absoluten Nullpunkt, ε eine empirische Konstante).

Man kann nun C entweder dadurch bestimmen, daß man alle drei Konstanten λ_0, ε und C empirisch so wählt, daß Formel (5) die in einem größeren Temperaturgebiet vorhandenen Dampfdruckbeobachtungen gut wiedergibt, oder auch λ_0 und ε aus Messungen der Verdampfungswärme ableitet und nachher C aus einer Dampfdruckbeobachtung bestimmt.

Ob die so gefundenen C-Werte völlig genau sind, wird natürlich davon abhängen, in welchem Grade die gemachten Voraussetzungen über den Temperaturverlauf der Verdampfungswärme wirklich zutreffen. Dabei kommt auch das Gebiet der sehr tiefen Temperaturen in Frage, denn wie eine einfache Überlegung von Sackur[1]) erweist, ist gerade der Verlauf der λ-Kurve bei Temperaturen in der Nähe des absoluten Nullpunktes von Bedeutung für die Größe der chemischen Konstante C. Es genügt also nicht, wenn die Annahme eines linearen Anstiegs der Molekularwärmen C_p und c nur innerhalb eines beschränkten Gebiets Gültigkeit hat.

Unter gewissen Umständen gelingt es nun aber aus der Dampfdruckkurve selbst einen Temperaturverlauf für die Verdampfungswärme bzw. ihren Temperaturkoeffizient abzuleiten, der aller Wahrscheinlichkeit nach bis zu den tiefsten Temperaturen der Wirklichkeit nahe kommt. Auf diesem im Prinzip umgekehrten Wege, deren Erörterung gleich unten erfolgt, wird auch die Bestimmung eines vermutlich völlig genauen Wertes der chemischen Konstante C ermöglicht, was noch dadurch ein besonderes Interesse gewinnt, daß der so abgeleitete Wert eine physikalische Bedeutung hat.

Wir knüpfen diese Betrachtungen der eingangs erwähnten van der Waalsschen Relation an, die wir in der Form schreiben:

$$\log p = -a \cdot \frac{\vartheta_0}{T} + a + \log \pi_0 . \quad (6)$$

Wenn wir a als eine Konstante auffassen, wird diese Gleichung ungenau; die Größe a muß daher als Temperaturfunktion behandelt werden. Es ist nun wohl ohne weiteres der Satz klar, daß für jede Flüssigkeit eine eindeutige Funktion $a = F(T)$ vorhanden sein muß, die so beschaffen ist, daß die obige Gleichung mit völliger Exaktheit innerhalb des ganzen Temperaturgebietes zwischen dem absoluten Nullpunkte und der kritischen Temperatur gültig ist. Welcher Art diese Funktion ist, läßt sich allerdings nicht im voraus ableiten, auch läßt sich die Frage, ob für alle Flüssigkeiten dieselbe Funktionsform gültig ist, nicht ohne weiteres bejahend beantworten. Sehen wir von diesen Umständen vorläufig ab, ergeben sich aber jedenfalls folgende Schlußfolgerungen.

Vergleichen wir Gl. (6) mit Gl. (3), so müssen, sofern die beiden Hauptsätze der Thermodynamik richtig sind, beide Formeln bei tiefen Temperaturen, wo über die Richtigkeit der einfachen Gasgesetze keine Zweifel bestehen können, genau übereinstimmen. Die chemische Konstante C wird daher gleich dem Logarithmus des kritischen Druckes vermehrt oder vermindert um durch die Form der Funktion $a = F(T)$ bedingte Zusatzglieder. Differenzieren wir beide Formeln, so muß notwendig:

$$\frac{d \log p}{dT} = \frac{M \cdot \lambda}{R \cdot T^2} = a \cdot \frac{\vartheta_0}{T^2} - a' \left(\frac{\vartheta_0}{T} - 1 \right) \quad (7)$$

sein, wenn a' den ersten Differentialquotienten von a bezeichnet. Es wird daher bei tiefen Temperaturen:

$$\lambda = \frac{R}{M} [a \cdot \vartheta_0 - a' T (\vartheta_0 - T)] . \quad (8)$$

Durch nochmalige Differentiation erhalten wir für die Differenz der Molekularwärmen bei konstantem Druck von gesättigtem Dampf und Kondensat, wenn a'' den zweiten Differentialquotienten der Funktion a bedeutet, die Formel:

$$\frac{d\lambda}{dT} = C_p - c = \frac{R \cdot T}{M} [2a' - a'' (\vartheta_0 - T)] . \quad (9)$$

Was nun die Funktionen a, a' und a'' betrifft, mit deren Hilfe man also nach den obigen Überlegungen zu einem Einblick in den Temperaturverlauf der Größen λ und $C_p - c$ gelangt, sowie auch über die Größe der chemischen Konstante informiert wird, so überzeugt man sich zunächst durch direkte Ableitung der a-Werte aus den vorliegenden Beobachtungen über Dampfdrucke und kritische Daten leicht davon, daß der Temperaturverlauf der Größe a bei sämtlichen Flüssigkeiten durchaus ähnlich ist und ohne Schwierigkeit durch eine und dieselbe Funktionsform zahlenmäßig dargestellt werden kann. In einer ausführlichen Studie[1]) über diesen Gegenstand habe ich gezeigt, daß sich die Temperaturabhängigkeit des a-Wertes ganz allgemein durch die Exponentialformel:

$$a = \alpha \cdot \beta^{\left(\frac{T}{\vartheta_0} - \gamma\right)^2} \quad (10)$$

völlig beschreiben läßt. Allerdings ist dabei in einigen Fällen für den kritischen Druck ein un-

1) Sackur, Thermochemie und Thermodynamik. Berlin 1912, S. 317.

1) Arkiv f. matematik etc. utg. af Kungl. Svenska Vetenskapsakademien i Stockholm 10, 7, 1914; im Auszuge in dieser Zeitschr. 15, 697, 1914.

bedeutend von der beobachteten Größe abweichender Wert in Gl. (1) einzusetzen. Führen wir nunmehr die obige Funktion statt der Größe a in Gl. (6) ein, so erhalten wir auf der rechten Seite der Gleichung infolge der exponentiellen Form dieser Funktion keine anderen konstanten Glieder als $\log \pi_0$ und wir kommen mithin zu dem etwas überraschenden Ergebnis, daß die chemische Konstante einer Flüssigkeit einfach gleich dem Logarithmus ihres kritischen Druckes ist.

Um diesen Satz aussprechen zu können, muß allerdings der Nachweis geführt werden, daß die Verdampfungswärme, sowie ihr Temperaturkoeffizient durch Gl. (8) bzw. (9) tatsächlich bis zu beliebig tiefen Temperaturen dargestellt werden, wenn man in diese Gleichungen die folgenden Funktionen einführt:

$$\left.\begin{aligned} a &= \alpha \cdot \beta^{\left(\frac{T}{\vartheta_0}-\gamma\right)^2}, \\ a' &= \frac{2\ln\beta}{\vartheta_0}\left(\frac{T}{\vartheta_0}-\gamma\right)\cdot a, \\ a'' &= \frac{2\ln\beta}{\vartheta_0^2}\left[2\ln\beta\left(\frac{T}{\vartheta_0}-\gamma\right)^2+1\right]\cdot a \end{aligned}\right| \qquad (11)$$

Dieser Beweis läßt sich zwar nicht in exakter Weise erbringen, da uns vorläufig über den Temperaturverlauf der betreffenden Größen experimentell nichts bekannt ist, doch läßt sich auf indirektem Wege wahrscheinlich machen, daß der berechnete Verlauf jedenfalls dem wirklichen sehr nahe kommt. Dies mag die in der vorliegenden Arbeit ausgeführte Berechnung einiger wichtigen physikalischen Größen des Wassers in sowohl flüssigem wie in festem Aggregatzustande genügend dartun.

Wenn wir den Logarithmus des kritischen Druckes als wahrscheinlichen Wert der chemischen Konstante einer Flüssigkeit ansehen, kommen wir zu etwas anderen Zahlenwerten als die von Nernst in der vorher skizzierten Weise berechneten. Dies kann auch nicht verwundern, denn Nernst berücksichtigt bei dieser Ableitung nur die beiden ersten Glieder der zur Darstellung der Molekularwärmen benutzten Potenzreihen, und es läßt sich leicht nachweisen, daß die höheren Glieder, die bei einer genauen Wiedergabe des Temperaturverlaufs der spezifischen Wärmen ohne Zweifel berücksichtigt werden müssen, einen erheblichen Einfluß auf die Größe des C-Wertes ausüben können. Im großen und ganzen zeigen jedoch die von Nernst abgeleiteten C-Werte dieselbe Abhängigkeit von der Substanznatur wie der Logarithmus des kritischen Druckes, wie aus der nachfolgenden Tabelle hervorgeht:

Tabelle 1.
Chemische Konstanten.

Substanz	C_{Nernst}	$\log \pi_0$	Differenz
H_2O	3.6	2,3	+1,3
NH_3	3.3	2,1	+1,2
H_2S	3.0	2,0	+1,0
Cl_2	3.1	2.0	+1,1
HCl	3.0	1,9	+1,1
HBr	3.2	1,9	+1,3
SO_2	3.3	1,9	+1,4
N_2O	3.3	1,9	+1,4
CO_2	3.2	1,9	+1,3
CS_2	3.1	1,9	+1,2
C_2H_2	3.2	1,8	+1,4
C_6H_6	3.0	1,7	+1,3
CH_4	2,8	1,7	+1,1
C_2H_4	2,8	1,7	+1,1
CCl_4	3,1	1,7	+1,4
O_2	2,8	1,7	+1,1
N_2	2,6	1,5	+1,1
H_2	1,6	1,1	+0,5
He	0,6	0,4	+0,2

Die angeführten C-Werte sind unter der Voraussetzung berechnet, daß der Dampfdruck p in Atmosphären ausgedrückt wird. Wie man sieht, ist ein unzweideutiger Parallelismus vorhanden, zwischen den von Nernst abgeleiteten Werten von C und dem Logarithmus des kritischen Druckes, indem die angenäherte Beziehung besteht:

$$C_{\text{Nernst}} = \log \pi_0 + 1{,}2\,. \qquad (12)$$

Nur Wasserstoff und Helium weisen kleinere Werte auf als dieser Gleichung entspricht. Die obige Beziehung scheint übrigens bisher nicht beachtet worden zu sein, denn Nernst setzt seine Werte nur in Verbindung mit der Größe a der van der Waalsschen Relation (1) und der Troutonschen Konstante[1]).

Da die chemische Konstante eines Stoffes unabhängig vom Aggregatzustande des Kondensats ist, muß auch für eine feste Substanz die Integrationskonstante der Gl. (3) gleich dem Logarithmus für den kritischen Druck ihres Schmelzproduktes sein. Dadurch erhalten wir einen interessanten Einblick in den Verlauf der Dampfdruckkurven fester Stoffe, der weiter unten bei der Berechnung des Dampfdruckes von Eis näher besprochen wird.

2. Dampfdruck des flüssigen Wassers.

In meiner früheren Veröffentlichung[2]) habe ich gezeigt, daß die durch Einführung der Funktion (10) in die van der Waalssche Formel gewonnene Dampfdruckgleichung:

$$\log \frac{\pi_0}{p} = \alpha \cdot \beta^{\left(\frac{T}{\vartheta_0}-\gamma\right)^2} \cdot \left(\frac{\vartheta_0}{T} - 1\right) \qquad (13)$$

1) l. c., S. 874, r. Sp. Anm. 1.
2) l. c., S. 874, l. Sp. Anm. 1.

die Dampfdrucke des Wassers im ganzen Existenzbereich der flüssigen Phase in ganz ausgezeichneter Übereinstimmung mit den neuesten experimentellen Befunden zu berechnen gestattet. Zur besseren Übersicht sei an dieser Stelle ein Auszug der dort gegebenen Tabelle mitgeteilt:

Tabelle 2.

Dampfdrucke des Wassers zwischen —15 und 350° C.

$t°$ C.	$p$beob.	Beobachter	$p$ber.	Differenz
—15	1,429	Scheel und Heuse[1])	1,434	—0,005
0	4,579	Scheel und Heuse	4,579	± 0,000
50	92,54	Scheel und Heuse	92,49	+0,05
100	760,00	Holborn und Henning[2])	760,00	± 0,00
150	4633	Holborn und Henning	4636,4	—3,4
200	11647	Holborn und Henning	11655	—8
250	29771	Holborn und Baumann[3])	29770	+1
300	64290	Holborn und Baumann	64287	+3
350	123660	Holborn und Baumann	123690	—30

Bei dieser Berechnung wurden die folgenden Konstanten benutzt:

$$\vartheta_0 = 647{,}09,$$
$$\pi_0 = 164400,$$
$$\alpha = 3{,}1244,$$
$$\beta = 1{,}7887,$$
$$\gamma = 0{,}75.$$

Auf Grund der sehr guten Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung in dem gesamten ausgedehnten Temperaturgebiet können wir mit ziemlicher Sicherheit Formel (13) weit extrapolieren. Eine Stütze für diese Auffassung finden wir bereits in dem Umstande, daß sich bei sehr tiefen Temperaturen noch Dampfdruckwerte berechnen, die mit früher von Nernst[4]) abgeleiteten, aus besonderen Gründen als sehr wahrscheinlich anzunehmenden Drucken gut übereinstimmen, wie der untenstehende Vergleich zeigt:

Tabelle 3.

T	$p$ber. (N.)	$p$ber. (C.)
100,00	$6{,}6\times10^{-16}$	$1{,}71\times10^{-16}$
200,00	$2{,}5\times11^{-3}$	$2{,}517\times10^{-3}$
253,09	0,940	0,941

1) Ann. d. Phys. (4) **31**, 715, 1910.
2) Ann. d. Phys. (4) **26**, 833, 1908.
3) Ann. d. Phys. (4) **31**, 945, 1910.
4) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. **11**, 313, 1909.

Es liegt daher kein Grund vor anzunehmen, daß Formel (13) auch nicht bis zum absoluten Nullpunkte herab wenigstens der Wirklichkeit einigermaßen entsprechende Druckwerte liefert.

3. Dampfdruck des Eises.

Über die Dampfdruckkurve des Eises oder allgemein die der festen Phase eines beliebigen Stoffes und ihre Beziehungen zu derjenigen der flüssigen Aggregatform machen wir uns zunächst folgende Vorstellungen, die ihre graphische Veranschaulichung im untenstehenden Diagramm finden.

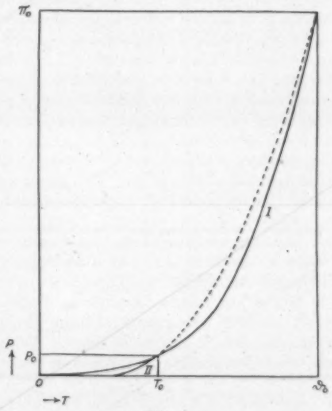


Fig. 1.

In Fig. 1 ist als Kurve I die Dampfdrucklinie der flüssigen Phase eines Stoffes eingezeichnet. Sie fängt im Koordinatenursprung an und endet im Punkte (ϑ_0, π_0); doch ist nur das Stück zwischen den zur kritischen Temperatur und einer nicht sehr weit unter dem Erstarrungspunkt belegenen Temperatur gehörigen Ordinaten experimentell realisierbar. Die Dampfdruckkurve der festen Phase, die in der Figur als Linie II dargestellt ist, beginnt ebenfalls nach der meist als richtig angesehenen Annahme im absoluten Nullpunkt und mündet im Schmelzpunkt mit den Koordinaten (p_0, T_0), woselbst sie die Kurve I schneidet. Über den Verlauf der Kurve II wissen wir im übrigen nur, daß sie erfahrungsgemäß wie theoretisch unterhalb der Dampfdruckkurve der unterkühlten flüssigen Substanz verläuft.

Wir machen nun die Annahme, daß die Dampfdruckkurve der festen Phase so verläuft, daß ihre Verlängerung über

den Schmelzpunkt hinaus diejenige der flüssigen Phase im kritischen Punkte schneidet.

Die nähere Begründung dieser Annahme liegt in dem Umstande, daß sich die Gültigkeit der Formel (13) natürlich auch auf den festen Zustand erstreckt, wenn die eingehenden Konstanten entsprechend geändert werden. Da nun aber das Glied $\log \pi_0$ keine Änderung erleidet, gilt höchstwahrscheinlich dasselbe auch von ϑ_0, d. h. die beiden Tensionskurven der festen und der flüssigen Phase schneiden sich im kritischen Punkte, wie dies in Fig. 1 zum Ausdruck kommt. Dabei ist zu bemerken, daß es natürlich vollkommen belanglos ist, daß sich die Verlängerung der Kurve II über den Schmelzpunkt hinaus auf einen Zustand bezieht, der nicht nur instabil, sondern überhaupt unrealisierbar ist; Hauptsache ist, daß wir durch die obige Annahme einen Einblick im Verlauf des realisierbaren Stückes der Dampfdruckkurve der festen Substanz erhalten können.

Wir können also nunmehr unter Beibehaltung der früheren Werte der kritischen Daten, die jedoch in diesem Falle nur die Bedeutung der bei einem hypothetischen Endpunkt der Eistensionskurve vorhandenen Drucktemperaturwerte haben, Formel (13) zur Berechnung der Dampfdrucke des Eises benutzen.

Wir bemerken aber in diesem Falle eine wesentlich andere Temperaturabhängigkeit der Größe a als früher beim Wasser. Während nämlich bei Flüssigkeiten die a-Kurve stets nach unten gekrümmt ist, findet man bei festen Körpern immer das entgegengesetzte Verhalten. In beiden Fällen wird aber der Temperaturverlauf des a-Wertes vollkommen durch Formel (10) wiedergegeben. Wenn es sich um einen festen Stoff handelt, hat hierin die Konstante a die Bedeutung des Maximal-, bei Flüssigkeiten dagegen die des Minimalwertes der Größe a.

Die Dampfdrucke des Eises sind von Scheel und Heuse[1]) untersucht worden; ihre Messungen erstrecken sich über das Intervall von 0 bis -65^0 C, welche untere Temperaturgrenze dadurch bedingt wurde, daß hier der Druck bereits auf wenige Tausendstel Millimeter Hg gesunken ist.

Berechnen wir nach Formel (13) die Dampfdruckkurve des Eises bis zu den tiefsten Temperaturen unter Anwendung der folgenden Konstantenwerte, so erhalten wir die in Tabelle 4 aufgeführten Resultate:

$$\vartheta_0 = 647{,}09,$$
$$\pi_0 = 164400,$$
$$\alpha = 3{,}8949,$$
$$\beta = 0{,}21819,$$
$$\gamma = 0{,}10.$$

1) Landolt-Börnstein, Physikal.-chem. Tabellen, 4. Aufl., S. 359, 1912.

Tabelle 4.

Dampfdrucke des Eises.

T	$p$beob.	$p$ber.	Differenz
20,00	$1{,}64\times10^{-118}$*	$9{,}49\times10^{-117}$	—
100,00	$7{,}474\times10^{-17}$*	$1{,}008\times10^{-16}$	—
160,00	$5{,}75\times10^{-7}$*	$5{,}54\times10^{-7}$	—
200,00	0,00121 *	0,00117	—
205,00	0,00255	0,00249	—
213,09	0,008	0,0078	+0,0002
223,09	0,029	0,0287	+0,0002
233,09	0,094	0,0945	−0,0005
243,09	0,280	0,282	−0,002
253,09	0,770	0,770	±0,000
263,09	1,947	1,945	+0,002
273,09	4,579	4,579	±0,000

* von Nernst[1]) berechnete Werte.

Wie ersichtlich, ist die Übereinstimmung der berechneten p-Werte mit den von Scheel und Heuse beobachteten sehr befriedigend. Nernst[1]) hat früher die Berechnung der Eisdampfdruckkurve nach Gl. (3), der wegen der Kleinheit der Drucke, sowie der völligen Vernachlässigbarkeit des Molekularvolumens des Eises gegenüber demjenigen des Dampfes in diesem Falle exakte Gültigkeit zukommt, in der Weise vollzogen, daß er die Molekularwärme des Eises durch die bekannte Nernst-Lindemannsche Formel ausdrückte und ferner die Molekularwärme des Dampfes bis zu den tiefsten Temperaturen als konstant ansah, woraus durch zweimalige Integration des erhaltenen Ausdruckes für die Differenz $C_p - c$ eine Dampfdruckformel hervorging, die ebenfalls die beobachteten Drucke genau wiedergibt. Bei sehr tiefen Temperaturen berechnen sich nach dieser Formel die in obiger Tabelle mit * versehenen p-Werte, die ungefähr von derselben Größenordnung sind wie die oben berechneten. Offenbar können jedoch beide Formeln nur eine ungefähre Vorstellung über den Verlauf der Dampfdruckkurve bei diesen Temperaturen geben, indem einerseits die von Nernst benutzte Annahme von der Konstanz der Molekularwärme des Wasserdampfes bei tiefen Temperaturen sicherlich nicht mehr zutrifft, da wahrscheinlich eine Abnahme dieser Größe mit sinkender Temperatur stattfindet, andererseits die Dampfdrucke bei höheren Temperaturen nicht mit derartiger Genauigkeit bekannt sind, daß eine Extrapolation der Formel (13) völlig sichergestellt ist.

Allerdings sind wir auch über den Verlauf der Eistensionskurve im wesentlichen orientiert.

1) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. **12**, 565, 1910.

4. Verdampfungswärme des flüssigen Wassers.

Da Formel (13) eine völlig genaue Darstellung der gesamten Dampfdruckkurve des Wassers gewährt, muß die Kombination dieser Formel mit der bei allen Temperaturen streng gültigen Clausius-Clapeyronschen Gleichung die Temperaturabhängigkeit der molekularen Verdampfungswärme λ des flüssigen Wassers im ganzen Temperaturgebiet zwischen dem absoluten Nullpunkt und der kritischen Temperatur ergeben. Diese Folgerung läßt sich nicht bei allen Temperaturen prüfen, da die Anwendung der Clausius-Clapeyronschen Gleichung in der exakten Form die Kenntnis der Differenz $(V - v)$ zur Voraussetzung hat und genaue Messungen dieser Größe nur im Intervalle 100 bis 180° C durch die Untersuchungen von Knoblauch, Linde und Klebe[1]) vorliegen. Bei diesen Temperaturen läßt sich aber λ in der beschriebenen Weise berechnen, und zwar in sehr guter Übereinstimmung mit den von Holborn und Henning[2]) ermittelten experimentellen Werten, wie ich in meiner früheren Arbeit[3]) gezeigt habe.

Beschränken wir uns aber auf Temperaturen unterhalb 0° C, so können wir die Gültigkeit der einfachen Gasgesetze für den Wasserdampf mit Sicherheit annehmen und das spezifische Volumen des flüssigen Wassers völlig vernachlässigen, wodurch wir λ einfach aus Gl. (8) berechnen können. Wenn wir hierin die Funktionen a und a' mit den für Wasser gültigen Werten der Konstanten α, β und γ einführen, so erhalten wir folgende Resultate:

Tabelle 5.

Verdampfungswärme des unterkühlten Wassers.

T	$\lambda_{kal.}$
0,00	12816
50,00	12693
100,00	12384
150,00	11961
200,00	11480
250,00	10980
273,09	10753

Da Formel (10) mit der größten Wahrscheinlichkeit den tatsächlichen Verlauf der a-Kurve bis zu den tiefsten Temperaturen richtig wiedergibt, dürften die in obiger Tabelle enthaltenen λ-Werte der Wirklichkeit sehr nahe kommen. Wegen der Unzugänglichkeit sehr stark unterkühlten Wassers entziehen sie sich allerdings einer direkten experimentellen Prüfung; zur Kontrolle sei aber die von Nernst[1]) mit sehr großer Genauigkeit berechnete Verdampfungswärme bei 0° C angeführt, nämlich $\lambda = 10756$ Kal., ein Wert also, der mit dem oben berechneten $\lambda = 10753$ Kal. praktisch identisch ist.

Der gefundene Verlauf der λ-Kurve des unterkühlten Wassers ist in Fig. 2 graphisch wiedergegeben. Weitere Einsicht in diesen Verlauf erhalten wir durch Berechnung der Größe $\frac{d\lambda}{dT}$ nach Gl. (9), doch sei hierauf erst eingegangen, nachdem wir die Sublimationswärme des Eises berechnet haben.

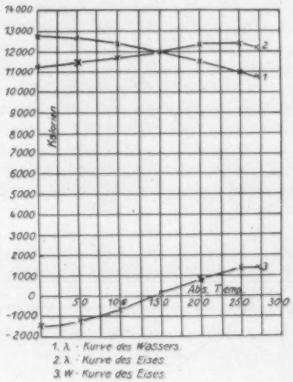


Fig. 2.

5. Sublimationswärme des Eises.

In genau entsprechender Weise wie oben bekommen wir nach Formel (8) die nachstehend aufgeführten Werte für die molekulare Sublimationswärme des Eises.

Tabelle 6.

Sublimationswärme des Eises.

T	$\lambda_{kal.}$
0,00	11346
50,00	11454
100,00	11716
150,00	12021
200,00	12243
250,00	12270
273,09	12190

1) Mitteil. über Forschungsarb. d. Ver. D. Ingenieure, Heft 21, S. 57, 1905.
2) Ann. d. Phys. (4) **29**, 441, 1909.
3) l. c. S. 824, l. Sp., Anm. 1.

1) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. **12**, 565, 1910. (Vgl. S. 566.)

Die berechneten λ-Werte sind ebenfalls in Fig. 2 eingetragen worden. Wie ersichtlich, hat die λ-Kurve in diesem Falle einen ganz anderen Verlauf als die des Wassers, indem der λ-Wert zuerst bei steigender Temperatur ansteigt, dann aber nach der Erreichung eines Maximums wieder fällt. Dieser Verlauf schließt sich auch zahlenmäßig einem von Nernst[1]) aus seinen Messungen der spezifischen Wärme des Eises unter Benutzung der bekannten Funktionen der Quantentheorie abgeleiteten sehr gut an.

Bei dem Schmelzpunkt 0^0 C muß die molekulare Sublimationswärme des Eises gleich der Verdampfungswärme des Wassers vermehrt um die Schmelzwärme eines Mols der festen Substanz bei der betreffenden Temperatur sein. Nehmen wir also für die Verdampfungswärme eines Mols Wasser bei 0^0 C den früher berechneten Wert $\lambda = 10753$ Kal. an, der, wie oben bemerkt wurde, mit dem von Nernst abgeleiteten völlig übereinstimmt, sowie für die molekulare Schmelzwärme des Eises den Wert $W = 79{,}7 \cdot 18{,}016 = 1436$ Kal., so erhalten wir für die Sublimationswärme bei 0^0 C den Wert $\lambda = 12189$ Kal., der mit dem oben berechneten $\lambda = 12190$ Kal. praktisch zusammenfällt.

Wir werden den Verlauf der λ-Kurve weiter unten im Anschluß an eine Berechnung der Größe $C_p - c$ diskutieren.

6. Schmelzwärme des Eises.

Da die Schmelzwärme eines festen Stoffes gleich der Differenz zwischen seiner Sublimationswärme und der Verdampfungswärme seines Schmelzproduktes ist, ergibt sich einfach:

$$W = \lambda_{\text{Eis}} - \lambda_{\text{Wasser}}, \qquad (14)$$

wenn W die Schmelzwärme eines Mols Eis bezeichnet. Der dieser Gleichung entsprechende Verlauf der W-Kurve des Eises ist in Fig. 2 graphisch dargestellt.

7. Differenz der Molekularwärmen bei konstantem Druck $C_p - c$ zwischen gesättigtem Dampf und Kondensat.

Wenn es sich jetzt um die Berechnung der Größe $C_p - c$ nach Gl. (9) handelt, muß gleich betont werden, daß die erhaltenen Resultate keine völlige Genauigkeit beanspruchen können. Dies erhellt daraus, daß die Zahlenwerte der Größen $C_p - c$ in nicht unbeträchtlichem Grade von den Werten der Konstanten α, β und γ abhängig sind, und daß eine selbst unbedeutende Änderung der letztgenannten, die für den Verlauf der berechneten Dampfdruckkurve völlig belanglos ist, einen merkbaren Einfluß auf die berechnete λ-Kurve ausübt, der sich natürlich in gesteigertem Maße bei der Ableitung der $C_p - c$-Werte geltend macht. Aus dem Verlauf der Dampfdruckkurve lassen sich die richtigen Werte der Konstanten α, β und γ nicht leicht ermitteln; nur wenn besonders genaue Dampfdruckmessungen vorliegen, ist dies möglich. Aus diesem Grunde dürften die vorher mitgeteilten Werte dieser Konstanten für Wasser als endgültige betrachtet werden, woraus dann folgt, daß die unten abgeleiteten Werte der Differenz $C_p - c_{\text{Wasser}}$ nur mit unbedeutenden Fehlern behaftet sein können. Dagegen lassen sich aus den Dampfdruckbeobachtungen beim Eis keine endgültigen Werte der Konstanten α, β und γ feststellen, was eine gewisse Unsicherheit der Werte von $C_p - c_{\text{Eis}}$ mit sich führt.

Mit dieser Bemerkung seien in der untenstehenden Tabelle die berechneten Werte der Differenz zwischen den Molekularwärmen von gesättigtem Dampf und flüssigem Wasser bzw. Eis aufgeführt, an denen sich die hieraus ergebenden Werte für die Differenz der Molekularwärmen von Wasser und Eis anschließen.

Tabelle 7.

T	$C_p - c_{\text{Wasser}}$	$C_p - c_{\text{Eis}}$	$c_{\text{Wasser}} - c_{\text{Eis}}$
0,00	0	0	0
50,00	−4,6	+4,0	+ 8,6
100,00	−7,5	+6,1	+13,6
150,00	−9,2	+5,7	+14,9
200,00	−9,9	+2,8	+12,7
250,00	−9,9	−2,1	+ 7,8
273,09	−9,8	−4,8	+ 5,0

Eine graphische Darstellung des berechneten Temperaturverlaufes der in dieser Tabelle enthaltenen Größen gibt Fig. 3. Wir finden zunächst, daß sämtliche dieser Größen beim absoluten Nullpunkt den Grenzwert Null annehmen, d. h. die Temperaturkurven der Verdampfungs- bzw. Sublimationswärme von Wasser und Eis, sowie die der Schmelzwärme des Eises nähern sich ihren Grenzwerten bei der Temperatur $T = 0$ asymptotisch, wie dies aus der Fig. 2 ersichtlich ist.

Was die letztgenannte Kurve betrifft, ist dieser Verlauf, der übrigens eine unmittelbare Folgerung des Nernstschen Wärmesatzes darstellt, schon längst bestätigt worden, indem die neueren Forschungen das Resultat erbracht haben, daß die spezifischen Wärmen fester wie auch unterkühlter flüssiger Stoffe gegen den Wert Null beim absoluten Nullpunkte konvergieren.

Dagegen scheint die Annahme allgemein zu

1) Vgl. hierzu die bereits zitierte Arbeit von Nernst, Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. **12**, 565, 1910. (Vgl. S. 566.)

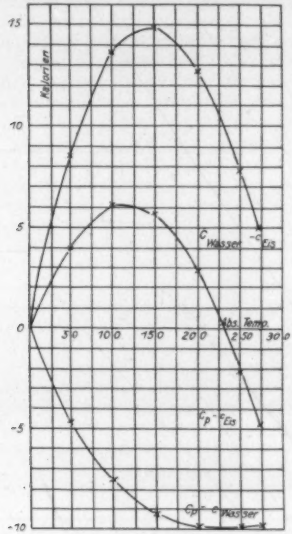


Fig. 3.

sein, daß die Differenz der Molekularwärmen von gesättigtem Dampf und Kondensat beim absoluten Nullpunkt einen positiven Grenzwert hat. Wie schon erwähnt, machte Nernst die provisorische Annahme, daß bei jener Temperatur der Wert von $C_p - c$ gleich $+3{,}5$ Kal. ist, d. h. die Molekularwärme C jedes gesättigten Dampfes würde hiernach gegen dieselbe Zahl konvergieren, da ja der Wert von c gleich Null wird. Wie die neuesten Forschungen wahrscheinlich gemacht haben, trifft dies aber wenigstens nicht zahlenmäßig zu, und es dürfte auch bei Gasen der Grenzwert Null für C_p nicht ausgeschlossen sein, was mit dem Ergebnis der oben ausgeführten Berechnung im Einklang stehen würde.

Aus Tabelle 7 geht weiter hervor, daß der Temperaturkoeffizient der Verdampfungswärme des unterkühlten Wassers von etwa 150° abs. an nahezu konstant ist, was mit einer linearen Temperaturabhängigkeit des λ-Wertes gleichbedeutend ist. Auch bei Temperaturen zwischen 0° und 50° C fand Nernst[1]) einen sehr geringen Einfluß der Temperatur auf die Größe $C_p - c$, was mit dem obigen Ergebnis in guter Übereinstimmung steht. Auch zahlenmäßig schließt sich die obige Berechnung derjenigen von Nernst sehr gut an, indem er findet:

$$C_p - c_{\text{Wasser}} = -9.806$$

im betreffenden Temperaturintervall, während oben bei 0° C der Wert $C_p - c_{\text{Wasser}} = -9{,}8$ gefunden wurde.

Nehmen wir für die Molekularwärme des flüssigen Wassers bei 0° C den Wert $c_{\text{Wasser}} = 18{,}0$ an, so ergibt sich:

$$C_p = 8.2$$

bei derselben Temperatur. Diese Zahl kommt der von der kinetischen Gastheorie geforderten, nämlich $4R = 7{,}94$ ziemlich nahe.

Die in Fig. 3 wiedergegebenen Kurven verlaufen auch nicht annähernd geradlinig, wie Nernst bei der Ableitung seiner Dampfdruckformel annimmt; daß trotzdem aus dieser Annahme eine brauchbare Formel resultiert, hängt mit der oben berührten Tatsache zusammen, daß die Dampfdrucke eines Stoffes äußerst genau bekannt sein müssen, um daraus sichere Schlüsse über die Temperaturabhängigkeit der Größe $C_p - c$ ziehen zu können. Umgekehrt muß nämlich auch eine rohe Orientierung über den Verlauf der spezifischen Wärmen eine verhältnismäßig genaue Festlegung der Dampfdruckkurve gestatten.

Schließlich ist noch zu bemerken, daß die obige Berechnung nur die Differenz der Molekularwärmen von gesättigtem Dampf und Kondensat liefert, dagegen keinen Aufschluß über die Temperaturvariation der einzelnen Molekularwärmen gibt.

Berlin, Kgl. Friedrich-Wilhelms-Universität, August 1914.

(Eingegangen 25. August 1914.)

1) l. c., S. 828, r. Sp., Anm. 1.

Zur Kenntnis des roten Argonspektrums.

Von Emil Paulson.

Die erste Entdeckung von Gesetzmäßigkeiten in diesem Spektrum rührt von Kayser[1]) her, der drei Tripletten mit gleichen Schwingungsdifferenzen gefunden hat. Dann hat Rydberg[2]) die von Kayser auf photographischem Wege sehr genau gemessenen Linien (von 4702 bis 3319) einer Untersuchung unterworfen und dabei gezeigt, daß fast alle diese Linien gesetzmäßig zusammenhängen. Sie lassen sich nämlich in 4 Gruppen ordnen, wobei die Schwingungsdifferenzen entsprechender Linien von Gruppe zu Gruppe konstant sind.

1) H. Kayser, Berl. Ber. (1896); Astrophys. J. **4** (1896).

2) J. R. Rydberg, Astrophys. J. **6** (1897).

Rydberg bezeichnet die Schwingungszahlen der Linien in der ersten Gruppe mit A und findet für die Schwingungszahlen der entsprechenden Linien in den drei anderen Gruppen die Ausdrücke:

$$B = A + 846{,}47$$
$$C = A + 1649{,}68$$
$$D = A + 2256{,}71.$$

Aus dem von Rydberg gegebenen Schema geht also hervor, daß sich die Linien in Quadrupletten unterbringen lassen, zwischen deren Komponenten die konstanten Schwingungsdifferenzen 846,47; 803,21 und 607,03 auftreten. Rydberg gibt 23 solche Quadrupletten an, von denen aber nur 7 vollständig sind. Den übrigen mangeln ein oder zwei Linien und diese sind also in Tripletten bzw. Paaren umgewandelt. Solche Lücken, die man sehr oft findet, wenn man ein linienreiches Spektrum auf Grundlage der konstanten Differenzen ordnen will, können nur in besonderen Fällen nicht wahrgenommenen Linien zugeschrieben werden. Es ist nicht ungewöhnlich — wie auch aus dem Rydbergschen Schema für Argon zu ersehen ist — daß Linien fehlen zwischen sehr starken Komponenten, was kaum durch unwahrgenommene Linien erklärt werden kann.

Vorliegende Untersuchung ist angestellt um festzustellen, ob das von Rydberg gefundene Quadruplett auch im langwelligsten Teil des Spektrums auftritt. Besonders von Paschen bezw. Paschen und Runge sind in letzter Zeit Messungen der Wellenlängen dieses Gebiets vorgenommen, deren Genauigkeit allerdings nicht die der Messungen von Kayser erreicht, die jedoch hinreichend genau zu sein scheinen, um die konstanten Differenzen zu ermitteln.

Einige Ergebnisse dieser Untersuchung, die alle gemessenen Linien bis $\lambda = 4702$ umfaßt hat, gebe ich in der folgenden Tabelle. Um Raum zu ersparen, führe ich nur die Intensitäten und die Schwingungszahlen an, nicht aber die Wellenlängen. In der Kolumne I sind die Intensitäten, und in den Kolumnen A, B, C und D die Schwingungszahlen verschiedener Linien des roten Argonspektrums eingetragen. Die Differenzen der Schwingungszahlen werden unter Δ_1, Δ_2, Δ_3 angeführt:

	I	A	Δ_1	I	B	Δ_2	I	C	Δ_3	I	D
1							7	10353,15	607,35	13	10960,48
2	5	10839,07				(1651,56)	1	12490,63	606,63	5	13097,26
3	5	11733,16	848,12	1	12581,28				(1410,02)	1	13991,30
4	—	11890,61				(1651,86)	5	13542,47	606,72	5	14149,19
5				6	11896,69				(1410,43)	4	13307,12
6	5	12098,05	847,45	2	12946,40	802,84	3	13749,24	606,59	6	14355,83
7	1	12477,02							(2258,12)	1	14735,14
8	8	13326,16							(2258,56)	8	15584,72
9	1	13068,58	847,88	1	14516,26				(1410,35)	2	15926,61
10	2	14223,66				(1651,85)	1	15875,51			
11	2	14413,39				(1651,25)	1	16064,64			
12	1	14972,28				(1651,72)	1	16624,00			
13							3	15012,94	606,67	1	15619,61
14				1	15078,25				(1409,99)	3	16488,24
15				2	15398,59				(1409,63)	3	16808,22
16							2	15420,31	606,64	1	16035,95
17	[8	16546,76	847,63]	4	15699,23	803,46	7	16502,69			
18	1	15787,21	847,32	1	16634,53						
19	5	15853,11	848,04	5	16701,15						
20				1	16029,28	802,68	3	16831,96			
21											
22				1	16130,49				(1409,70)	1	17540,19
23				1	16144,00	803,14	1	16947,14	[606,58	3	16340,56]
24				1	16164,18				(1409,92	3	17574,10
25							3	16219,81	606,93	5	16826,74
26	1	16208,24	847,65	2	17145,89						
27	2	16334,72				(1651,11)	3	17985,83			
28				1	16431,42	802,68	2	17234,10			
29				1	16481,30				1409,71	1	17891,01
30				6	16520,85	802,61	3	17323,46	[607,26	2	16716,20]
31	1	16617,75				(1651,23)	3	18268,98			
32				6	16866,08	803,42	4	17669,50			
33				5	17863,87				(1409,67)	5	19273,54
34	4	18098,66				1651,70	2	19750,36			
35				2	18373,77				(1410,42)	2	19784,19
36				1	18474,73	802,49	5	19277,22			
		Mittel:	847,71			802,91			606,80		
						1651,36			1409,93		
									2258,30[1]		

1) Bei Berechnung dieser Mittelwerte ist nicht der abweichende Wert 2256,88 bei (6) mitgenommen. Dieser stimmt aber mit dem Rydbergschen Mittel 2256,71 sehr gut überein.

Aus der Tabelle ist leicht zu ersehen, daß sich die dort eingetragenen Linien an der Rydbergschen Anordnung des Spektrums anschließen. Nur die Differenz 847,71 ist wesentlich höher, die Differenzen 802,91 und 606,80 im allgemeinen etwas niedriger als bei Rydberg. Das Schema enthält auch erheblich mehr Lücken. Ob die bei 17, 23 und 30 in Klammern angegebenen Differenzen als eine Art negativer Differenzen auch mitgerechnet werden sollen, lasse ich unerörtert. Das gleiche Verhalten[1]) habe ich auch bei anderen Spektren beobachtet.

Außer den in der Tabelle eingetragenen Linien wurden auch einige andere entdeckt, die eine gesetzmäßige Lagerung besitzen. Diese bilden meist Paare und stehen, wie es scheint, mit den anderen in keiner Beziehung und demzufolge sehe ich hier von einer Veröffentlichung ab.

1) E. Paulson, Beiträge zur Kenntnis der Linienspektren. Diss. Lund 1914.

Kågeröd im Juli 1914.

(Eingegangen 30. August 1914.)

Über die Theorie der ionomagnetischen Drehungen.
(Sulla teoria delle rotazioni ionomagnetiche.)

Von Augusto Righi.

1. In verschiedenen Veröffentlichungen[1]) habe ich die Drehungen solcher Körper untersucht und beschrieben und auch im allgemeinen erklärt, die in einem Magnetfelde angeordnet sind und sich um eine zum Felde parallele Achse drehen können; solche Drehungen treten auf, wenn das diese Körper umgebende Gas in geeigneter Weise ionisiert wird. Die Erklärung ist ziemlich einleuchtend.

Unter der Einwirkung des Feldes durchläuft jedes einzelne Gasion zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stößen nicht mehr eine geradlinige Strecke, sondern eine Kurve (und zwar eine Schraubenlinie, wenn das Feld gleichförmig ist); die Stöße, die der bewegliche Körper erfährt, werden dann rings um ihn in einem gewissen Sinne schräg gerichtet. Dadurch entsteht die beobachtete Drehung.

Die Ionen der beiden Vorzeichen bedingen natürlich entgegengesetzt gerichtete Drehungen. Was man beobachtet, ist daher ein Differentialeffekt. Bei den in den zuletzt erschienenen meiner vorerwähnten Veröffentlichungen beschriebenen Versuchen ist der Effekt eben deshalb deutlicher, weil die Ionen eines gegebenen Vorzeichens in weit größerer Anzahl an den beweglichen Körper anprallen als die Ionen des entgegengesetzten Vorzeichens.

Ich habe mit Hilfe geometrischer Betrachtungen den Mechanismus dieser Drehungen in einigen Sonderfällen einigermaßen ausführlich zu erklären versucht, beispielsweise für einen Zylinder oder für ein Mühlrädchen mit vertikalen Flügeln. Aber diese Erklärung kann, zumal im letztgenannten Falle, nicht als vollständig angesprochen werden. In der vorliegenden Mitteilung will ich die Theorie in ziemlich einfacher, aber umfassenderer Form darlegen.

2. Die Geschwindigkeit, mit welcher ein Ion auf ein gegebenes Oberflächenelement des beweglichen Körpers aufprallt, ist naturgemäß an Größe wie an Richtung sehr veränderlich, und zwar sowohl mit der Zeit als auch mit dem Ort. Wir sind daher genötigt, wie in allen analogen Fällen, uns mit Näherungsrechnungen zufrieden zu geben, und für die Größen, mit denen wir es hier zu tun haben, Mittelwerte anzunehmen.

Ich will also annehmen, daß der letzte Zusammenstoß, den ein Ion erfahren hat, ehe es zum Anprall auf ein Element $d\sigma$ der Oberfläche des beweglichen Körpers gelangte, in einer Entfernung r von diesem Elemente stattgefunden habe, und daß diese Entfernung r für alle Ionen, die aus irgendeiner Richtung auf dieses oder auf irgendein anderes Element auftreffen, dieselbe sei. Ebenso will ich annehmen, daß die Geschwindigkeit, welche diese Ionen besitzen, für alle einen und denselben Wert V habe. Schließlich will ich annehmen, daß die Gasmoleküle, gegen welche die Ionen zuletzt stoßen, ehe sie auf das Element $d\sigma$ treffen, gleichförmig auf einer Kugelfläche mit dem Halbmesser r und dem Mittelpunkt $d\sigma$ verteilt seien. Von jedem Element ds dieser Kugelfläche werden Ionen nach allen Richtungen ausgehen, aber von diesen Richtungen brauchen wir nur die Richtung in Betracht zu ziehen, welche es den Elektronen ermöglicht, das Element $d\sigma$ zu treffen. Die Anzahl der Ionen, die in jeder Sekunde von ds ausgehen und auf $d\sigma$ anlangen, werden wir durch $n \cdot ds \cdot d\sigma$ darstellen können.

Dies vorausgesetzt, wollen wir ein System von drei orthogonalen Achsen annehmen, von denen die z-Achse parallel zur Richtung des Magnetfeldes sein möge. Dieses Feld wollen wir als gleichförmig und die Feldstärke als H voraussetzen. Ferner wollen wir mit e die La-

1) C. R., 19. Febr. 1912; Mem. R. Acc. Bologna (6) 9; Cim., Juli 1912; Lincei Rend., 1. Dez. 1912; Mem. R. Acc. Bologna, 16. Febr. 1913; Cim., Juli 1913; diese Zeitschr. 13, 755, 873, 1912; 14, 688, 1913.

dung und mit m die Masse eines Ions (oder eines Elektrons) bezeichnen. Wenn wir der Einfachheit halber

$$k = H\frac{e}{m}$$

setzen, so sind die Bewegungsgleichungen:

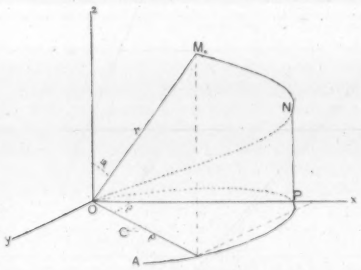
$$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = -k\frac{\partial y}{\partial t};\quad \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = k\frac{\partial x}{\partial t};\quad \frac{\partial^2 z}{\partial t} = 0 \qquad (1)$$

Diese Gleichungen lassen sich leicht integrieren. Bezeichnen wir mit x_0, y_0, z_0 die Koordinaten des Punktes M_0, von dem das Ion im Augenblick $t = 0$ ausgeht, und mit u_0, v_0, w_0 die Komponenten seiner Geschwindigkeit in eben diesem Augenblick, so erhalten wir, wie sich sehr leicht nachweisen läßt:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\partial x}{\partial t} &= u_0\cos(kt) - v_0\sin(kt),\\ \frac{\partial y}{\partial t} &= u_0\sin(kt) + v_0\cos(kt),\\ \frac{\partial z}{\partial t} &= w_0\end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

$$\left.\begin{aligned}k(x-x_0) &= u_0\sin(kt) - v_0[1-\cos(kt)],\\ k(y-y_0) &= u_0[1-\cos(kt)] + v_0\sin(kt),\\ (z-z_0) &= w_0 t.\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Aus den Gleichungen (2) entnehmen wir, daß die Geschwindigkeit V des Ions ungeändert bleibt, und daß dasselbe für ihre zur Feldrichtung senkrechte Komponente gilt, weil auch $\frac{dz}{dt}$ unveränderlich ist.



3. Um unseren Zweck zu erreichen, müssen wir die Komponenten nach den Achsen für die Geschwindigkeit jener Ionen bestimmen, die in O anlangen. O ist nämlich der Koordinatenanfangspunkt, den wir im Element $d\sigma$ liegend annehmen wollen. Hierzu müssen wir vor allen Dingen die Bahngleichungen niederschreiben.

Wir setzen:

$$\alpha = \frac{kz}{2w_0},\quad \alpha_0 = -\frac{kz_0}{2w_0}. \qquad (4)$$

Dadurch werden die Formeln, die wir jetzt niederschreiben wollen, etwas vereinfacht.

Aus den Gleichungen (4) leiten wir mit Hilfe der dritten Gleichung von (3) ab:

$$kt = 2(\alpha + \alpha_0).$$

Die beiden ersten Gleichungen von (3) werden somit zu den Bahngleichungen:

$$\left.\begin{aligned}k(x-x_0) &= 2\sin(\alpha+\alpha_0)[u_0\cos(\alpha+\alpha_0)\\ &\quad - v_0\sin(\alpha+\alpha_0)],\\ k(y-y_0) &= 2\sin(\alpha+\alpha_0)[u_0\sin(\alpha+\alpha_0)\\ &\quad + v_0\cos(\alpha+\alpha_0)]\end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Wie bekannt ist, und wie sich leicht bestätigen läßt, ist diese Bahn eine Schraubenlinie auf einem Kreiszylinder, dessen Achse parallel zu Oz ist.

Von den unendlich vielen durch die Gleichungen (5) dargestellten Bahnen, die sich voneinander durch die Richtung der Anfangsgeschwindigkeit V unterscheiden, geht eine durch O, und diese ist natürlich die einzige, die uns interessiert. Um sie zu bestimmen, brauchen wir nur die Werte von u_0 und v_0 zu finden, durch welche die Gleichungen (5) für $x = y = z = 0$, und mithin auch für $\alpha = 0$, befriedigt werden.

Auf diese Weise finden wir:

$$\left.\begin{aligned}u_0 &= -\tfrac{1}{2}k\varrho\frac{\cos(\alpha_0-\Theta)}{\sin\alpha_0},\\ v_0 &= \tfrac{1}{2}k\varrho\frac{\sin(\alpha_0-\Theta)}{\sin\alpha_0}\end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

wenn wir

$$x_0 = \varrho\cos\Theta,\ y_0 = \varrho\sin\Theta$$

setzen.

Was den Wert von w_0 betrifft, so ergibt er sich aus der Beziehung $V^2 = u_0^2 + v_0^2 + w_0^2$, wo indessen sein Vorzeichen noch unbestimmt ist. Dieses wird aber immer durch die dritte Gleichung von (3) bestimmt, die, für $z = 0$, $z_0 + w_0 t = 0$ ergibt. Da nun für uns nur die Betrachtung späterer Zeiten Interesse bietet, so ersehen wir, daß das Vorzeichen von w_0 immer dem von z_0 entgegengesetzt sein muß. Mithin ist α_0 immer positiv.

Wenn wir in die Gleichungen (5) die Werte aus den Gleichungen (6) einsetzen, so erhalten wir die Gleichungen der Bahn, die von jenem unter den von dem Punkte (x_0, y_0, z_0) ausgehenden Ionen durchlaufen wird, das durch O hindurchgehen wird. Mit Hilfe leichter Umformungen finden wir:

$$\left.\begin{aligned}-x\sin\alpha_0 + \tfrac{1}{2}\varrho\sin(\alpha_0+\Theta)\\ = \tfrac{1}{2}\varrho\sin(2\alpha+\alpha_0+\Theta),\\ y\sin\alpha_0 + \tfrac{1}{2}\varrho\cos(\alpha_0+\Theta)\\ = \tfrac{1}{2}\varrho\cos(2\alpha+\alpha_0+\Theta).\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

Durch Elimination von α und mithin von z ermitteln wir hieraus:

$$x^2 + y^2 = \varrho x \frac{\sin(\alpha_0 + \Theta)}{\sin \alpha_0} - \varrho y \frac{\cos(\alpha_0 + \Theta)}{\sin \alpha_0},$$

die Gleichung für die geschlossene Kurve $APO\ldots$, in welcher sich die die Schraubenlinie M_0NO, die Bahn des Ions, auf die xy-Ebene projiziert. Der Halbmesser dieser Kurve ist $\varrho : 2 \sin \alpha_0$, und die Koordinaten ihres Mittelpunktes C sind:

$$\varrho \sin(\alpha_0 + \Theta) : 2 \sin \alpha_0, \quad -\varrho \cos(\alpha_0 + \Theta) : 2 \sin \alpha_0.$$

Setzen wir nun die Werte aus den Gleichungen (6) in die ersten Gleichungen von (2) ein, so finden wir:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial x}{\partial t} &= -{}^1/_2 k\varrho \frac{\cos(2\alpha + \alpha_0 + \Theta)}{\sin \alpha_0}, \\ \frac{\partial y}{\partial t} &= -{}^1/_2 k\varrho \frac{\sin(2\alpha + \alpha_0 + \Theta)}{\sin \alpha_0}. \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

Schließlich erhalten wir die Komponenten u, v der Geschwindigkeit, welche das Ion bei der Ankunft in O besitzt, wenn wir in den Gleichungen (8) $z = 0$, und somit $\alpha = 0$, setzen. Wir finden dann:

$$\left.\begin{aligned} u &= -{}^1/_2 k\varrho \frac{\cos(\alpha_0 + \Theta)}{\sin \alpha_0}, \\ v &= -{}^1/_2 k\varrho \frac{\sin(\alpha_0 + \Theta)}{\sin \alpha_0}. \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

4. Um den Gesamteffekt zu berechnen, den alle in O anlangenden und von den verschiedenen Punkten der Kugelfläche $x^2_0 + y^2_0 + z^2_0 = r^2$ ausgehenden Ionen ausüben, müssen wir Integrationen zu Hilfe nehmen; aber schon ehe wir diese ausführen, können die Gleichungen (9) uns nützliche Hinweise geben.

Wir wollen in O ein senkrecht zur Feldrichtung Oz stehendes Oberflächenelement $d\sigma$ voraussetzen und wollen die Gesamtwirkung kennen lernen, welche die auf seine Oberseite auftreffenden Ionen hervorbringen. Zu diesem Zwecke müssen wir alle die u zusammensetzen, die den Punkten (x_0, y_0, z_0) der oberhalb der xy-Ebene liegenden Hälfte der Kugel mit dem Halbmesser r und dem Mittelpunkt O entsprechen; ebenso müssen wir dann mit den v verfahren. Es ist leicht zu ersehen, daß diese beiden Resultierenden null sind.

Wir beginnen nämlich damit, die Wirkung der vom Punkte (x_0, y_0, z_0) ausgehenden Ionen mit jener der von dem zu ihm in bezug auf die Achse Oz symmetrischen Punkte $(-x_0, -y_0, z_0)$ ausgehenden zusammenzusetzen.

Die Werte von u und v für diesen neuen Ausgangspunkt erhalten wir aus den Gleichungen (9), wenn wir Θ in $\Theta + \pi$ oder in $\Theta - \pi$ verwandeln. In jedem Falle ergeben sich Werte, die den dem Punkte (x_0, y_0, z_0) entsprechenden gleich sind, aber entgegengesetztes Vorzeichen haben. Die Wirkungen sämtlicher Ionen heben sich also paarweise auf. Das gilt für die Geschwindigkeitskomponenten quer zur Feldrichtung, aber nicht für w_0; diese Komponente brauchen wir aber nicht in Betracht zu ziehen, wenn $d\sigma$, wie vorausgesetzt, einem Körper angehört, der um eine zur Feldrichtung parallele Achse drehbar ist, da w_0 in bezug auf eine solche Achse das Moment Null hat.

Zweitens wollen wir voraussetzen, daß das im Anfangspunkte O angeordnete Element $d\sigma$ parallel zu Oz sei, daß es beispielsweise in der xz-Ebene liege. In diesem Falle sind die Geschwindigkeiten, die wir zusammensetzen müssen, die jener Ionen, die von den verschiedenen Elementen der auf einer Seite der xz-Ebene, beispielsweise auf der Seite der positiven Oy-Achse, stehenden Halbkugel mit dem Mittelpunkt O und dem Halbmesser r ausgehen.

In diesem Falle werden wir zusammen mit dem Punkte (x_0, y_0, z_0) den zu ihm in bezug auf die xy-Ebene symmetrischen Punkt, nämlich $(x_0, y_0, -z_0)$, betrachten. Die Werte von u und v für diesen letzteren Punkt erhalten wir aus den Gleichungen (9), indem wir das Vorzeichen von z_0 vertauschen. Da indessen diese Gleichungen z_0 nicht explicite enthalten, und da α_0, das z_0 enthält, wie wir im vorigen Abschnitt gesehen haben, immer positiv ist, so bleiben die Werte von u und v unverändert. Somit ergibt sich die Folgerung, daß wir bei den Integrationen nur die eine Hälfte der oben erwähnten Halbkugel zu berücksichtigen brauchen, beispielsweise das zwischen der xy- und der xz-Ebene gelegene Viertel der Kugeloberfläche, naturgemäß unter Verdoppelung des Resultates.

Durch eine den vorstehenden analoge Überlegung können wir erkennen, daß, wenn das in O in der xz-Ebene liegende Element $d\sigma$ auf beiden Seiten von Ionen getroffen werden kann, die Gesamtwirkung null ist. Wir erhalten nämlich das Ergebnis null, wenn wir zu den u und v, die von den aus den vorgenannten Punkten (x_0, y_0, z_0) und $(x_0, y_0, -z_0)$ kommenden Ionen herrühren, jene hinzufügen, die von den Ionen herrühren, welche aus den in bezug auf die Oz-Achse hierzu symmetrischen Punkten kommen. Es folgt daraus, daß eine bewegliche Scheibe nicht das Bestreben hat, sich zu verschieben, wenn die Ionen frei an ihre beiden Flächen herantreten können.

5. Die Integration, die erforderlich ist, um die Wirkung der aus jener Halbkugel kommenden Ionen zu berechnen, in deren Mittelpunkt sich das in der xz-Ebene liegende Element $d\sigma$ befindet, ist für die zum Element $d\sigma$ parallelen Komponenten u sehr leicht, aber keineswegs

für die zu diesem Element senkrechten Komponenten v. Glücklicherweise brauchen wir, wie wir weiter unten sehen werden, diese nicht zu berücksichtigen.

Die Resultante der u für die Ausgangspunkte (x_0, y_0, z_0) und $(x_0, y_0, -z_0)$ ist, wie soeben dargetan, das Doppelte des Wertes von u aus (9), also

$$u = -k\varrho \cos(\alpha_0 + \Theta) : \sin\alpha_0.$$

Wir setzen die Wirkung dieser beiden Punkte mit jener der in bezug auf die yz-Ebene zu ihnen symmetrischen Punkte, also der Punkte $(-x_0, y_0, z_0)$ und $(-x_0, y_0, -z_0)$, zusammen. Die u für diese beiden Punkte zusammen erhalten wir aus der zuletzt geschriebenen Gleichung, wenn wir das Vorzeichen von x_0 vertauschen oder Θ in $\pi - \Theta$ verändern. Wir finden dann:

$$u = k\varrho \frac{\cos(\alpha_0 - \Theta)}{\sin\alpha_0}.$$

Addieren wir diesen Wert zu dem vorstehenden, so erhalten wir das u für das System der vier Punkte, nämlich:

$$u = \frac{k\varrho}{\sin\alpha_0}[\cos(\alpha_0 - \Theta) - \cos(\alpha_0 + \Theta)],$$

oder auch:

$$u = 2k\varrho\sin\Theta.$$

Mit dieser Formel werden wir offenbar die Integration nur über das zwischen den positiven Richtungen der drei Achsen belegene Achtel der Kugel zu erstrecken haben, und diese Integration ist sehr leicht.

Es sei ds das Element der Kugel mit dem Halbmesser r und dem Mittelpunkt O, das sich in (x_0, y_0, z_0) befindet. Nennen wir den Winkel zwischen Oz und der Geraden OM_0, die vom Anfangspunkte O zum Punkte (x_0, y_0, z_0) geht, φ, so wird:

$$\varrho = r\sin\varphi \quad \text{und} \quad ds = r^2 d\Theta \sin\varphi\, d\varphi.$$

Dies vorausgeschickt, ist die zu Ox parallele Bewegungsgröße dq, die dem Element $d\sigma$ in der Zeiteinheit seitens der oben betrachteten vier Punkte erteilt wird,

$$dq = n\, ds\, d\sigma \cdot u \cdot m,$$

wo der erste Faktor die Anzahl der Ionen darstellt, die in der Zeiteinheit von ds nach $d\sigma$ gehen. Setzen wir für u, ds und ϱ ihre Werte ein, so erhalten wir:

$$dq = nd\sigma \cdot r^2 d\Theta \sin\varphi\, d\varphi \cdot 2kr\sin\varphi\sin\Theta \cdot m$$

und somit:

$$q = 2kmnr^3 d\sigma \int_0^{\pi/2} \sin^2\varphi\, d\varphi \int_0^{\pi/2} \sin\Theta\, d\Theta.$$

Wenn wir integrieren und

$$A = \pi kmnr^3 = \pi Hcnr^3$$

setzen, so erhalten wir schließlich für die auf die Zeiteinheit bezogene Bewegungsgröße, die von allen, auf die Fläche eines zur Feldrichtung parallelen Elementes $d\sigma$ auftreffenden Ionen herrührt,

$$q = {}^1/_2 A\, d\sigma. \qquad (10)$$

Ihre Richtung ist parallel zum Element und senkrecht zur Feldrichtung.

6. Es ist nunmehr leicht, die Wirkung zu berechnen, die, wie in den von mir beschriebenen Versuchen, auf den um eine vertikale Achse drehbaren Körper ausgeübt wird.

Als erstes Beispiel will ich ein rechtwinkeliges Parallelepiped untersuchen, das um die Verbindungslinie der Mittelpunkte seiner beiden Horizontalflächen drehbar ist. Die Richtung des Magnetfeldes nehmen wir immer als vertikal an.

Es seien a und b die horizontalen Kanten, c die vertikale. Die Wirkung der horizontalen Komponenten v auf ein gegebenes Oberflächenelement des Körpers wird durch jene auf ein entsprechendes gleich großes Element der gegenüberliegenden Fläche aufgehoben. Infolgedessen wird es genügen, wie übrigens bereits angegeben, die zu den Elementen parallelen horizontalen Komponenten u zu berücksichtigen. Nun ist ${}^1/_2 A\, d\sigma$ die Bewegungsgröße, die einem Element $d\sigma$ seitens der Ionen in der Zeiteinheit erteilt wird; für die ganze Fläche vom Inhalt ac wird sie mithin ${}^1/_2 A \cdot ac$ sein, und ihr Moment in bezug auf die Drehungsachse wird ${}^1/_2 A \cdot ac \cdot b/_2$ oder ${}^1/_4 Aabc$ sein. Für jede der Flächen vom Inhalt bc werden wir einen gleichen Wert erhalten. Mithin wird das Moment μ der Bewegungsgröße, die, wie wir voraussetzen, ganz und gar von den Ionen auf den beweglichen Körper übertragen wird, für die vier Seitenflächen:

$$\mu = Aabc = AU$$

sein, wenn wir mit U das Volumen des Parallelepipeds bezeichnen. Dies ist die Gesamtwirkung, denn die Stöße, die von den horizontalen Flächen aufgenommen werden, haben das Moment Null.

In analoger Weise ist der Fall eines um seine eigene Achse beweglichen vertikalen Zylinders zu behandeln.

R sei der Halbmesser des Zylinderquerschnitts und L seine Höhe. Da ${}^1/_2 A\, d\sigma \cdot R$ das Moment der Bewegungsgröße ist, die in der Zeiteinheit einem Element $d\sigma$ erteilt wird, so wird das Moment μ für die gesamte seitliche Oberfläche $2\pi RL$ des Zylinders

$$\mu = A\pi R^2 L = AU$$

sein, wenn wir auch hier wieder mit U das Volumen des aufgehängten Körpers bezeichnen.

Identische Ergebnisse erhalten wir für anders

gestaltete Körper, z. B. für Prismen, Kegel, Kugeln usw.

Aus der Formel

$$\mu = AU = \pi H e n r^3 U$$

leiten wir folgende Schlüsse ab:

Das Moment μ ist

1. proportional der Magnetfeldstärke;

2. unabhängig von der den Ionen erteilten Geschwindigkeit; das versteht sich von selbst, wenn wir bedenken, daß bei einer Vergrößerung von V jedes Ion weniger von der Bahn abgelenkt wird, die es verfolgen würde, wenn das Feld nicht vorhanden wäre, ein Fall, in dem natürlich keine Drehungen entstehen;

3. proportional dem Volumen des beweglichen Körpers;

4. proportional n und r^3; aber hieraus können wir keine sicheren Schlüsse über den Einfluß der Verdünnung des Gases ziehen; wahrscheinlich wächst nämlich r, wenn der Druck des Gases sich vermindert; gleichzeitig aber wird n kleiner, weil die Zahl der Moleküle, und damit auch jene der vorhandenen Ionen, kleiner wird.

Die vorstehende Formel läßt sich übrigens sehr verallgemeinern. Wir wollen uns auf den Fall eines um seine eigene vertikale Rotationsachse Oz drehbaren Rotationskörpers beschränken und uns in der xz-Ebene seine Meridiankurve gezeichnet denken, und es sei dl ein Element dieser Kurve mit den Koordinaten x und z. Bei der Drehung um die Oz-Achse, während welcher die genannte Kurve die dem Stoße der Ionen ausgesetzte Fläche erzeugt, beschreibt ein Linienelement dl eine Fläche $2\pi x \cdot dl$. Die Stöße der Ionen auf jedes Element $d\sigma$ dieser Fläche haben die Wirkung, ihm eine Bewegungsgröße $^1/_2 A \cos\beta \cdot d\sigma$ in der Richtung der horizontalen Tangente mitzuteilen, wenn β der Winkel zwischen Oz und dl ist.

Wir brauchen nämlich die zur Achse Oz parallelen oder die diese Achse treffenden Komponenten der Geschwindigkeit nicht zu berücksichtigen, denn sie haben das Moment Null, und in dem Ausdruck für die wirksame Komponente müssen wir H durch $H \cdot \cos\beta$ ersetzen, weil doch die Wirkung auf ein zur Feldrichtung senkrechtes Element null ist.

Das Moment dieser Bewegungsgröße in bezug auf die Drehungsachse ist $^1/_2 A \cos\beta \cdot d\sigma \cdot x$, und für die ganze durch die Umdrehung des Elements dl erzeugte Fläche ist es $^1/_2 A \cos\beta \cdot 2\pi x \cdot dl \cdot x$, oder auch $\pi A x^2 dz$, weil

$$dz = dl \cos\beta$$

ist.

Für die ganze Rotationsfläche wird demnach das Moment der vom Stoße der Ionen in der Zeiteinheit herrührenden Bewegungsgröße

$$\mu = A \int \pi x^2 dz,$$

wo die Integration über die ganze Meridiankurve zu erstrecken ist. Offenbar ist $\int \pi x^2 dz$ dann nichts anderes als das Volumen U des beweglichen Körpers; folglich ist $\mu = AU$.

Ebenso wie die Bewegungsgröße, welche die Moleküle eines Gases durch ihre Stöße in der Zeiteinheit den Wänden eines Gefäßes erteilen, einer kontinuierlichen Kraft, nämlich dem Gasdruck, äquivalent ist, so ist auch das Moment der Bewegungsgröße, welche die Ionen in der Zeiteinheit dem beweglichen Körper erteilen, einem kontinuierlich wirkenden Kräftepaar äquivalent. Wenn der Körper an einem Faden aufgehängt ist, so wird die Torsionselastizität dieses Fadens diesem Kräftepaar das Gleichgewicht halten können, und dann wird der dieser Elastizität proportionale Torsionswinkel ein relatives Maß für dieses Kräftepaar liefern. Hierauf beruht die Möglichkeit, die aus der Theorie gefolgerten Ergebnisse, die ich oben ausgesprochen habe, experimentell zu bestätigen.

Bei den Stößen der Gasmoleküle nimmt man an, daß die Moleküle von der getroffenen Wand zurückprallen; für den Fall der Ionen läßt sich einstweilen noch nichts Sicheres behaupten, und es ist möglich, daß sie auf dem kreisenden Körper haften bleiben.

7. Gegen die Berechtigung der am Ende des Abschnitts 5 ausgeführten Rechnung, durch die wir zu der Formel

$$q = {}^1/_2 A \cdot d\sigma$$

gelangt sind, läßt sich ein Einwand erheben.

Wir wollen immer voraussetzen, daß das Element $d\sigma$ in O in der xz-Ebene liege, und wollen es auch tatsächlich als eines der Elemente einer ebenen Fläche ansehen, die dem vom Stoße der Ionen getroffenen Körper angehört. Es kommt nun vor, daß bei gewissen Lagen, die wir dem Punkte (x_0, y_0, z_0) auf der Kugel mit dem Mittelpunkt O und dem Halbmesser r beilegen, die Bahn, welche die von diesem Punkte ausgehenden Ionen durchlaufen, ehe sie in O anlangen, die xz-Ebene anderswo (im Punkte N unserer Figur) trifft. Das Ergebnis unserer im Abschnitt 5 angestellten Rechnung scheint demnach fehlerhaft zu sein, weil wir nicht, wie wir es doch getan haben, die Stöße jener Ionen berücksichtigen durften, die das Element $d\sigma$ nicht erreichen.

Nun findet aber, wenn N derselben ebenen Fläche angehört, von welcher $d\sigma$ ein Element ist, ein Ausgleich dadurch statt, daß die durch den Stoß der Ionen in N hervorgebrachte Wirkung genau jener äquivalent ist, die diese Ionen

hervorgebracht haben würden, wenn sie bis nach O gelangt wären.

Der Punkt N ist nämlich dadurch charakterisiert, daß $y = 0$ und z (und somit auch α) von Null verschieden ist. Wenn wir nun in die zweite Gleichung von (5) zunächst für u_0 und v_0 ihre Werte aus den Gleichungen (6) einsetzen und dann $y = 0$ setzen, so finden wir nach einigen Umformungen:

$$\sin\alpha \cdot \sin(\alpha + \alpha_0 + \Theta) = 0,$$

und, da α von Null verschieden ist:

$$\alpha = -\alpha_0 - \Theta.$$

Setzen wir diesen Wert für α in die erste der Gleichungen (8) ein, so finden wir für die Komponente in der x-Richtung der Geschwindigkeit, mit der das Ion auf die xz-Ebene trifft:

$$\frac{\partial x}{\partial t} = -\tfrac{1}{2} k_0 \frac{\cos(-\alpha_0 - \Theta)}{\sin\alpha_0}.$$

Dieser Wert ist identisch mit jenem von u in der ersten Gleichung von (9), und dieses u ist die x-Komponente der Geschwindigkeit, mit der das Ion diese Ebene treffen würde, wenn es bis nach O gelangen würde.

Dieser merkwürdige Ausgleich wird nur bei den Randelementen der ebenen Fläche versagen, wo das Element $d\sigma$ in O liegt. Aber der dann verbleibende Fehler wird zu vernachlässigen sein, sofern nur die Dimensionen dieser Fläche groß im Vergleich zu r sind. Für eine gekrümmte Fläche wird dasselbe gelten, sofern nur der Krümmungshalbmesser groß gegenüber r ist, und diese Bedingung kann man praktisch als fast immer verwirklicht ansehen.

8. Die hier dargelegte Theorie legt den Mechanismus und das eigentliche Wesen des Phänomens der ionomagnetischen Drehungen klar, und somit ist mit ihr das Ziel erreicht, das ich mir gesteckt hatte. Diese Theorie hat jedoch zur Voraussetzung gewisse Gleichförmigkeits- und Symmetrieverhältnisse, die sich nicht immer experimentell verwirklichen lassen.

Diese Verhältnisse sind beispielsweise dann nicht verwirklicht, wenn, wie bei meiner ersten Versuchsanordnung, die Ionisierung des Gases durch explosive Entladungen bewirkt wird. Dann werden rings um die Funken Ionen und Elektronen mit so beträchtlichen Geschwindigkeiten nach allen Richtungen hin ausgeschleudert, daß sie recht merkliche mechanische Wirkungen hervorbringen, und der kreisende Körper wird auf der den Funken zugekehrten Seite weit stärker von den Ionen umgeben als auf der entgegengesetzten Seite.

Abgesehen von dieser Dissymmetrie bewirkt bereits der Umstand, daß viele unter den Ionen sehr große Geschwindigkeiten besitzen, daß ihre freie Weglänge viel größere Werte annehmen kann, als wir oben für den mittleren Wert von r vorausgesetzt haben.

Diesen Umstand können wir zur Erklärung meines ersten Versuches über die ionomagnetische Drehung heranziehen, nämlich des Versuches über die Drehung einer Art von Mühlrädchen mit ebenen vertikalen Flügeln.

Zur Erklärung jener Erscheinung hatte ich eben angenommen, daß jeder Flügel einen seiner Nachbarn vor dem Bombardement der Ionen schütze, und damit ist die Annahme gemacht, daß, zum mindesten für einen Teil der Ionen, die freie Weglänge vor dem Anprall an den Körper nicht klein ist.

Um die im Abschnitt 6 ausgesprochenen theoretischen Ergebnisse einigermaßen experimentell zu bestätigen, müßte man daher das Gas nicht mittels der so wirksamen Methode des Funkens ionisieren, sondern auf irgendeine andere Weise; die zu beobachtenden Effekte würden dann jedoch sehr viel weniger ausgeprägt sein.

Bologna, im April 1914.

(Nach Lincei Rendiconti (5) **23**, (1), 897—906, 1914, aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé).

(Eingegangen 10. August 1914.)

Über ein Modell zur Erklärung der Lichtemission. IV.

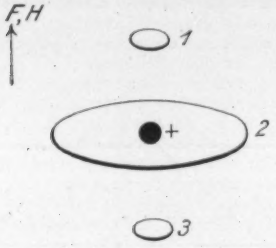
Von E. Gehrcke.

§. 12.[1]) Kürzlich hat Garbasso[2]) interessante Beobachtungen an der elektrisch und magnetisch aufgespaltenen Wasserstofflinie H_α mitgeteilt. Er kommt zu dem Schluß, daß es unmöglich sei, die allereinfachsten Vorgänge, die sich bei der H_α-Linie abspielen, nach der klassischen Theorie durch die Schwingungen eines einzigen Teilchens zu erklären. Ich gestatte mir darauf hinzuweisen, daß an Hand des von mir versuchten Modells sich die Erklärung für die Beobachtungen von Garbasso ohne Schwierigkeit und ohne neue Hypothesen geben läßt.

1, 2, 3 seien 3 Ringe einer Stufenfläche eines H-Atoms (vgl. § 11), und zwar solche, von denen ein Elektron abspringen kann, das die Linie H_α erzeugt. Das Elektron fällt dann bis zu einer (in der Figur nicht gezeichneten) Stufenfläche in großer Nähe des positiven Kernes, wo es homogene Schwingungen vollführt. Dieser Vorgang findet ohne Störung statt, wenn kein äußeres elektrisches Feld da

1) Vgl. E. Gehrcke, Diese Zeitschr. **15**, 123, 198, 344, 1914.

2) A. Garbasso, Diese Zeitschr. **15**, 729, 1914.



ist. Ein vorhandenes äußeres Feld F richtet[1]) das Ringsystem des Atoms (vgl. § 11), so daß die Ebenen der Ringe senkrecht zu F stehen, und man bekommt so statt einer Linie H_α das früher diskutierte[2]) elektrische Triplet von Stark, dessen Polarisationszustände und Abstandsgesetz ich in völliger Übereinstimmung mit der Erfahrung abgeleitet habe.

Nun wollen wir, gemäß der Versuchsanordnung von Garbasso, außer dem elektrischen Feld F ein Magnetfeld H von gleicher Richtung voraussetzen. Dieses bewirkt, daß die Schwingungen der Elektronen nicht mehr allein unter der Wirkung einer quasielastischen Kraft vor sich gehen, sondern eine Störung erleiden, wie uns dies Lorentz gelehrt hat. Im einzelnen ergibt sich für das Kombinationsfeld F, H folgendes:

Die von den polaren Ringen 1 oder 2 abspringenden Elektronen, welche nach dem Früheren die äußeren Komponenten des elektrischen Triplets erzeugen, schwingen parallel H, also wird ihre Frequenz durch die Anwesenheit des Magnetfeldes H nicht geändert. Wir müssen mithin im Kombinationsfelde F, H bei Beobachtung senkrecht zur Feldrichtung die beiden äußeren Komponenten des elektrischen Triplets ungeändert erhalten, wie dies tatsächlich in der von Garbasso angegebenen Figur (S. 730 unten) der Fall ist.

Ein von dem äquatorialen Ringe 2 abspringendes Elektron, welches die innere unverschobene Komponente des elektrischen Triplets erzeugt, schwingt senkrecht zu H, also wird seine Frequenz vom Magnetfeld geändert werden müssen. Da in den verschiedensten Atomen alle möglichen Fall- und Schwingungsrichtungen, aber beim Abspringen vom Ringe 2 nur solche in der Ringebene vorkommen, so wird folglich die mittlere Komponente des elektrischen Triplets den normalen Zeeman-Effekt zeigen können, also nach Lorentz bei Beobachtung senkrecht zu H zwei äußere Komponenten, die senkrecht zu H polarisiert sind, und eine innere, parallel H polarisierte Komponente. Die Intensität der letzteren muß aber verschwinden, weil ein vom Ringe 2 fallendes Elektron keine Bewegungskomponente und keine Schwingungskomponente parallel zu H hat. Tatsächlich werden also nur die beiden äußeren Komponenten des magnetischen Triplets, nicht die innere Komponente, entstehen. Dies ist genau das von Garbasso angegebene Verhalten von H_α (vgl. die Figur S. 730 unten bei Garbasso).

Diese Darlegungen betreffen das Verhalten von H_α bei nicht zu hoher Auflösungskraft des optischen Apparates. Es ist klar, daß analoge Betrachtungen auch auf H_β und die andern Serienlinien erstreckt werden können, doch liegen hierfür noch keine Beobachtungen vor.

§ 13. Für mein Modell der Lichtemission ist die Voraussetzung von Energiequanten zulässig, aber nicht notwendig. Wohl ist diesem Modell eigentümlich, daß zwischen lebendiger Kraft $\frac{m}{2}v^2$ eines Elektrons und Schwingungszahl ν der bei der Vernichtung dieser Energie entstehenden Schwingungen einfache Proportionalität besteht. Aber damit ist keineswegs gesagt, daß der Betrag $h\nu$ als Strahlungsenergie immer voll zur Ausstrahlung kommt, es können vielmehr beliebig kleine Bruchteile von $h\nu$ in elektromagnetische Strahlung und der Rest in anderweitige Energieformen verwandelt werden. Die Gleichung $\frac{m}{2}v^2 = h\nu$ erscheint lediglich als eine aus mehreren experimentellen Gründen wahrscheinliche Beziehung zwischen der Elektronen-Geschwindigkeit und -Frequenz, und z. B. als Folge des Anlaufens eines Elektrons gegen eine Grenzfläche (Äthervakuum). Dieser letzte Gedanke gibt viel Anlaß zu mathematischen Spekulationen; ich zweifle nicht, daß es möglich ist, sie so auszugestalten, daß die Beziehung $\frac{m}{2}v^2 = h\nu$ und gleichzeitig die bisher völlig rätselhafte quasielastische Kraft sich als Folge der Maxwellschen elektromagnetischen Gleichungen ergibt, ohne die Idee der atomistisch unterteilten Energie (Energiequanten) anzuwenden.

(Eingegangen 3. September 1914.)

1) Ein magnetisches Feld übt nach meinen Annahmen keine richtende Wirkung auf das Atom aus.

2) Vgl. E. Gehrcke, l. c. u. Verh. d. Dtsch. Phys. Ges. 16, 431, 1914.

Eine Abänderung der Braunschen Röhre zur direkten Darstellung von Wechselstromkurven.

Von F. C. Kock.

(Mit Tafel XIII und XIV.)

Die Braunsche Röhre gibt bei Kurvenaufnahmen auf dem Leuchtschirm, falls nicht besondere Kunstgriffe angewendet werden, nur die Ordinaten der aufgenommenen Kurven, während die der Zeit entsprechende Abszisse und damit die Kurve selbst, gewöhnlich durch Auflösung im rotierenden Spiegel, oder bei photographischen Aufnahmen durch die fallende Platte, oder auf einem umlaufenden Film erhalten wird. Von Zenneck[1]) sind zwei Verfahren angegeben, welche es gestatten, die Kurve auf dem Schirm direkt sichtbar zu machen. Das erste besteht in der Anwendung eines rotierenden Widerstandsbandes, von welchem ein der Zeit proportionaler Strom abgenommen wird, der in einem besonderem Spulenpaar, welches zu den vom zu untersuchenden Wechselstrom durchflossenen Spulen senkrecht steht, eine der Abszisse entsprechende Ablenkung des Lichtfleckes liefert.

Das zweite Verfahren benutzt zur Erzeugung des Hilfsstromes den in der Nähe der Abszissenachse fast geradlinig ansteigenden Teil einer sinusförmigen Wechselstromkurve, um den Lichtfleck mit praktisch konstanter Geschwindigkeit über den Leuchtschirm in Richtung der X-Achse zu verschieben. Der den Hilfswechselstrom liefernde Generator ist mit dem zu untersuchenden Generator starr gekoppelt.

Von Ryan[2]) ist weiter ein Verfahren angegeben, bei welchem zum Ausziehen der Kurve ein möglichst von höheren Harmonischen gereinigter sinusförmiger Wechselstrom benutzt wird. Es wird allerdings hierbei auf die gleichförmige Bewegung des Fleckes in der Richtung der X-Achse verzichtet, und ergeben sich die wirklichen Kurven erst durch graphische Konstruktion aus den aufgenommenen.

Methoden zum Ausziehen der X-Ordinate bei schwingenden Kondensatorentladungen mit aperiodischem Hilfskreis haben Simon[3]) und Mandelstam[4]) angegeben. Die letztere Methode ist von Roschansky[5]) zur Untersuchung von sehr schnellen Funkenentladungen benutzt worden.

Das Ausziehen mit einer Hilfsschwingung, wobei die aufgenommene Kurve als stehende Lissajousche Figur auf dem Leuchtschirm erscheint, eignet sich der grossen Helligkeit wegen besonders für hohe Perioden.

In der vorliegenden abgeänderten Konstruktion der Braunschen Röhre ist der Versuch gemacht, die zu untersuchenden Wechselstromkurven usw. ohne Verwendung von elektrischen Hilfsmitteln auf mechanischem Wege im Rohr selbst sichtbar zu machen.

Die Röhre ist so gebaut, daß sie die Kurven direkt gibt, und sich für den gleichen Bereich der Schwingungszahlen, wie der Oszillograph eignet (n = ca. 1000/sek.). Dieselbe ist als ein billiges Ersatzmittel des Oszillographen gedacht und soll sowohl zur objektiven Darstellung von Kurven für Demonstrationszwecke, als auch zur photographischen Aufnahme derselben bei ruhender Platte dienen. Fig. 1 zeigt die Anordnung des Rohres. Der untere zylindrische Teil des

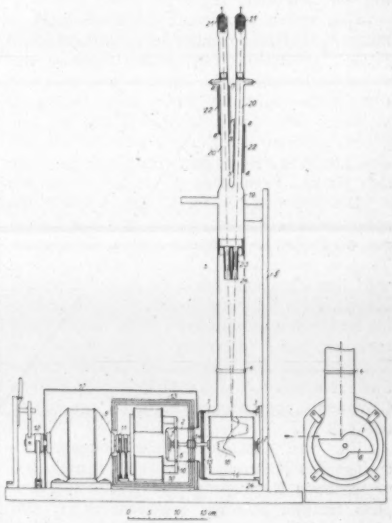


Fig. 1.

Rohres (1) hat auf der einen Seite den Ansatz (2) und ist auf der andern Seite auf eine Messingplatte (3) mit Dichtungsring aufgekittet. Auf der oberen Seite ist ein Tubus mit Schliff (4) seitlich von der vertikalen Mittellinie angeblasen.

Der Teil zur Erzeugung der Kathodenstrahlen ist durch diesen Schliff mit dem unteren Teil des Rohres verbunden. Die Befestigung

1) Zenneck, Wied. Ann. **69**, 838, 1899.
2) Ryan, The Electrician **41**, 791, 1903.
3) Simon, diese Zeitschr. **2**, 1901, 289.
4) Mandelstam, Jahrb. d. drahtl. Telegraphie **1**, 124, 1908.
5) Roschansky, Ann. d. Phys. **36**, 281, 1911.

der Teile aus Glas auf dem Holzstativ (5) ist aus der Zeichnung zu ersehen.

Im zylindrischen Teil rotiert eine Trommel (6) in Form einer doppelten Archimedischen Spirale, wie dieselbe in den Siemens-Oszillographen zur Sichtbarmachung der Kurven vor der eigentlichen Aufnahme benutzt wird.

Der Radiusvektor dieser Spirale wächst proportional dem Drehwinkel, so daß einem auf diese Trommel fallenden Lichtfleck eine Verschiebung proportional der Zeit in der Richtung der X-Achse erteilt wird, falls die Trommel rotiert.

Die entsprechend der Spirale gewölbten Flächen der Trommel sind mit einem Leuchtschirm aus Zinksulfid, welches auf dickes Zeichenpapier aufgetragen ist, bedeckt.

Die Achse der Trommel ist in zwei kleinen Kugellagern (7) gelagert und trägt einen Eisenanker (8), der von einem Elektromagneten mit entsprechend geformten Polschuhen mitgenommen wird.

Bei Drehung des auf der Achse des Elektromotors (9) sitzenden Elektromagneten (10), der durch Schleifringe (11) seinen Strom zugeführt erhält, gerät der leichte Leuchtschirm in sichere und gleichmäßige Rotation und folgt der Regulierung der Tourenzahl des Motors leicht und genau.

Beim vorliegenden Apparat ist ein Gleichstrommotor verwendet, doch ist es bei Aufnahme von Wechselstromkurven wohl zweckmäßig, außer dem Gleichstrommotor einen Synchronmotor anzubringen, so daß bei Erreichung des Synchronismus dieser an Stelle des Gleichstrommotors eingeschaltet werden kann, um völlig stillstehende Kurven zu haben, während für andere Zwecke der Gleichstrommotor oft vorteilhafter ist.

Die Achse des Motors trägt einen Kontaktapparat (12) mit verschiebbaren Bürsten zur Auslösung von Schaltvorgängen, langsamen Kondensatorschwingungen u. a. m.

Eine gleiche Drehung des Drehschirmes im Vakuum kann auch dadurch erreicht werden, daß im Glasgefäß auf der Achse ein leichter Rotor eines Drehstrommotors angeordnet wird, während der Stator sich eventuell außen auf der Glaswand befestigen läßt.

Um die Einwirkung des Streufeldes des Elektromagneten auf den Kathodenstrahl aufzuheben, ist die ganze Rotationsvorrichtung in einem aus mehreren Eisenschalen mit Luftzwischenraum bestehenden Gehäuse (13) untergebracht, von welchem der obere Teil abnehmbar ist.

Zwischen den Eisenschalen befindet sich eine Schale aus Kupfer, gleichfalls zur Vernichtung des umlaufenden Streufeldes dienend. Auf der Achse im Glasgefäß befinden sich die Fortsetzungen der Schalen (14) und im Glasgefäße ist weiter noch eine größere Platte aus Eisen (15) zur Überdeckung der durch die Glaswand herbeigeführten Fuge (16) festgekittet.

Motor und Kasten sind nochmals mit einem Eisenschutz (17) umgeben. Hierdurch ist es erreicht, daß der Lichtfleck, der ohne Schirmung nicht mehr auf dem Schirm bleibt, fast völlig dem Einfluß des rotierenden Elektromagneten entzogen wird, und die Kurve so gut wie still steht. Der obere Teil des Rohres dient zur Erzeugung des Kathodenstrahles und ist in der üblichen Weise mit einem Striktionsfeld versehen, um den Lichtfleck nach Belieben zusammenziehen zu können.

Der Strahl wird in der üblichen Weise elektromagnetisch oder elektrostatisch abgelenkt, so daß er in der Richtung der Achse, und zwar in der Zeichenebene selbst, pendelt.

Durch die Bewegung des Strahles und durch die Rotation der Trommel entsteht im oberen Teil von (1) die Kurve (18) und zwar so, daß die Abszissen horizontal, die Ordinaten vertikal erscheinen.

Im vorliegenden Rohr sind die Anordnungen so getroffen, daß gleichzeitig zwei Kathodenstrahlen erzeugt werden können und sich dadurch beispielsweise die Strom- und gleichzeitig die Spannungswelle eines Wechselstromkreises in einem Bilde zeigen lassen und damit die zwischen beiden vorhandene Phasenverschiebung.

Es ist zu diesem Zwecke das Rohr (19) oben geteilt und bildet zwei Ansätze (20), welche eine geringe Neigung zur Vertikalen haben. Beide Ansätze enthalten mit Stanniol hinterlegte Kathoden (21) nach Roschansky[1]). Dieselben geben einen besonders ruhigen Leuchtfleck, auch bei harter Röhre.

Beide Entladungsstrecken werden parallel an eine Influenzmaschine geschaltet und dient ein Jodkadmiumwiderstand in der besser leitenden Gasstrecke dazu, die Kathodenstrahlen auf gleiche Intensität und damit die Leuchtflecke auf gleiche Helligkeit einzuregulieren.

Beide Kathodenstrahlen sind von Striktionsspulen (22) umgeben. Das Feld der Spulen ist durch Anbringen eines schmalen Eisenstreifens (aa) an der äußeren Seite der Spule unsymmetrisch gemacht.

Durch Drehung der Spulen und durch Verschiebung derselben in der Richtung der Achse, durch geeignete Wahl der Polarität (s. Fig. 1) und durch passende Einregulierung der Stromstärke gelingt es trotz gegenseitiger Beeinflussung der Spulen zwei scharfe Lichtflecke zu erzielen, und diese eventuell unter Benutzung eines

1) s. Roschansky, l. c.

Hilfsmagneten in einen zusammenfallen zu lassen, so daß die durch beide Strahlen erzeugten Kurven in richtiger Phase zueinander liegen.

Die Ablenkung der Strahlen erfolgt im vorliegenden Rohr elektrostatisch durch zwei Ablenkungskondensatoren (23). Jeder derselben sitzt in einem viereckigen *Al*-Gehäuse (24), welches eventuell geerdet werden kann. Beide Kondensatoren sind dadurch gegeneinander genügend elektrostatisch geschützt, daß, wenn nur ein Kondensator an Spannung gelegt wird, der Lichtfleck des anderen dann die Nulllinie bei rotierendem Schirm zeichnet. Dadurch, daß die Strahlen nicht senkrecht zur Trommelachse stehen, ergibt sich ein Fehler in der Aufzeichnung, der aber bei dem Abstand von ca. 30 cm zwischen Trommeloberfläche und Ablenkungskondensator nicht beträchtlich ist. In gleicher Weise, wie sich zwei Kurven erzielen lassen, lassen sich im Bedarfsfalle durch weitere Unterteilung des Rohres wohl auch 3 Kurven erzielen dadurch, daß in einer Ebene gegeneinander geneigt zwei Röhren angebracht werden, und in einer dazu geneigten anderen Ebene ein drittes Rohr angeordnet ist. Es dürfte zweckmäßig sein den Röhren eine etwas größere Neigung gegeneinander zu geben, um eine geringere Beeinflussung der Striktionsfelder aufeinander zu erhalten.

Es wurden auch Versuche unternommen, die Striktionsspulen ganz zu vermeiden und eine Zusammenziehung der Lichtflecke auf elektrostatischem Wege durch geeignete Felder zu erhalten, um dieselben in ähnlicher Weise wie beim Oszillographen durch eine Zylinderlinse zusammenzuschnüren, und zwar in der Richtung der Ordinate, doch hatten diese Versuche keinen völligen Erfolg.

Die elektrostatische Ablenkung der Kathodenstrahlen eignet sich gut für Aufnahme von Spannungskurven, während bei Stromaufnahmen ein größerer induktionsfreier Widerstand, der zur Ablenkung erforderlichen Spannung wegen, nötig wird, wodurch wieder die Gesamtspannung im zu untersuchenden Stromkreis zu erhöhen ist. Es ließe sich aber wohl durch entsprechenden magnetischen Schutz im Innern des Rohres eine magnetische Abschirmung für einen Strahl erzielen, so daß nur der andere dem Strom entsprechende magnetisch abgelenkt wird. Man könnte also bei Aufnahmen von Strom und Spannungskurve eines Stromkreises die Spannungskurve durch elektrostatische, die Stromkurve durch elektromagnetische Ablenkung erzeugen. Im Bedarfsfalle würde auch eine zweimalige Anwendung der elektromagnetischen Ablenkung möglich sein.

Um einige Angaben über den Apparat zu geben, sei kurz erwähnt, daß zum Zusammenziehen der Flecke in den Striktionsspulen ca. 1 Amp. erforderlich ist.

Die Trommel machte bei den Aufnahmen bis $n = 1600$/min Umdrehungen.

Die maximalen Ordinaten der Kurve ergeben sich der Größe der Trommel entsprechend zu 45 mm. Es ist zur Erzielung derselben eine Spannung von ca. 200 Volt am Ablenkungskondensator erforderlich.

Die kleinen Kugellager (7), in denen die Trommelachse läuft und die erst zu Bedenken Anlaß zu geben schienen, haben sich, bei ganz schwacher Ölung mit einem schwer verdampfbaren Öl oder auch ganz ohne Öl laufend, völlig bewährt, so daß dauernde Aufnahmen mit dem Apparat möglich sind.

Bei einer Neuanfertigung des Apparates wäre es wohl zweckmäßig, den ganzen unteren Teil des Apparates aus Metall zu machen und ein Fenster anzuordnen, um eine Verzerrung der aufgenommenen Kurven durch das runde Glasgefäß zu verhindern.

An der Kittstelle zwischen Glasgefäß (24) und Messingplatte ließe sich ferner leicht eine Quecksilberdichtung anbringen, falls bei Anfertigung des unteren Teiles aus Metall nicht eine Verlötung vorzuziehen wäre.

Die mit dem Apparat erzielten Kurven sind sehr hell und können im unverdunkelten Zimmer gut beobachtet und im verdunkelten Raume leicht einem größeren Auditorium demonstriert werden.

Es kam zu den Momentaufnahmen von ca. $^1/_{10}$ sek. Expositionszeit ein Projektionsobjektiv von Busch Ser. *W*. *f*: 2.1 zur Verwendung. Als besonders geeignet für die Aufnahmen erwiesen sich Lumière-Platten, violett Siegel, und Chromo-Platten der Anilin-Gesellschaft.

Auf beistehenden Tafeln sind einige Aufnahmen, die mit dem Apparat erzielt wurden, wiedergegeben, doch konnten wegen der militärischen Dienstpflicht des Verfassers die endgültigen Aufnahmen u. a. von gleichzeitig zwei Kurven, z. B. von Strom- u. Spannungskurven eines Wechselstromkreises unter verschiedenen Verhältnissen, welche erst ein Bild der Leistungsfähigkeit des Apparates ergeben würden, leider nicht mehr ausgeführt werden.

Es sollen daher die Aufnahmen, soweit sie vorhanden sind, die aber teilweise erst Versuchsaufnahmen darstellen, und bei stillstehender Platte als Momentaufnahmen ausgeführt wurden, in unretuschiertem Zustande wiedergegeben werden.

Fig. 1. (Tafel XIII) zeigt unter *a*, *b*, *c* eine Reihe von Einschalt- und Ausschaltkurven von mit Selbstinduktion verschiedener Größe behafteten Stromkreisen, wie sie mittels des Kontaktappa-

rates Fig. 1 (12) bei verschiedener Einschaltdauer erzielt wurden.

Fig. 2 *a*, *b* (Tafel XIII) zeigt eine gedämpfte langsame Kondensatorschwingung in einem Schwingungskreis von 20 Mikrofarad Kapazität und Papierkondensatoren. Dieselbe wurde mittels eines von Zenneck und Bukop (diese Zeitschr. **14**, 226, 1913) angegebenen Kontaktapparates und elektromagnetischer Ablenkung des Kathodenstrahls erhalten.

Fig. 3 *a*, *b*, *c*, *d* (Tafel XIV) geben Aufnahmen einer technischen Wechselstromspannungskurve wieder, mit ausgeprägten Oberschwingungen.

Die Aufnahmen, als erste Versuchsaufnahmen anzusprechen, zeigen, da der photographische Apparat noch nicht richtig gegen die Trommel orientiert war, verschiedene Helligkeit der einzelnen Kurventeile, ein Fehler, der bei richtiger Orientierung fortfällt.

Es macht sich ferner die Verzerrung der Kurven durch die zylindrische Form des Glasgefäßes, besonders bei *c* in den Aufnahmen bemerkbar, während sie bei der Betrachtung der Kurve bei Demonstrationen nicht als störend auffällt.

Die Aufnahmen geben als Versuchsaufnahmen die später erzielte haarscharfe Zeichnung der Kurven auf dem rotierenden Leuchtschirm nicht entsprechend wieder.

Bei der Untersuchung eines Einankerumformers mit Feuer an den Bürsten und daher ganz unregelmäßiger Spannungskurve mit scharfen Zacken grosser Amplitude, welche die Form der Grundwelle völlig überdeckten, zeigte sich, soweit sich dies aus den Vorversuchen entscheiden ließ, der Apparat als masseloser Oszillograph in der Wiedergabe der Details dem technischen Oszillographen überlegen.

Charlottenburg, Phys. Institut der Technischen Hochschule, August 1914.

(Eingegangen 26. August 1914.)

Über die Beziehung zwischen dem Ausschlagswinkel und dem Potential beim Blattelektroskop.

(Sulla relazione tra l'angolo di deviazione e il potenziale nell'elettroscopio a foglia).

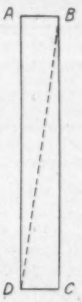
Von Giovanni Costanzo.

Die Gestalt, die man bisher dem Elektroskopblättchen gegeben hat, war als die naturgemäßte die eines rechteckigen Streifens. Für ein solches Blättchen läßt sich leicht die Beziehung

$$\frac{1}{2}(C_\varphi - C_0)\, V^2 = \rho L \sin^2 \frac{\varphi}{2}$$

aufstellen, wo V das Potential, ρ das Gewicht, L die Länge und φ der Ablenkungswinkel des Blättchens ist, und C_φ und C_0 die den Winkeln φ und O entsprechenden Kapazitäten sind.

Denken wir uns von dem Blättchen $ABCD$



(s. die Figur) das Stück BCD fortgenommen, so wird die Formel:

$$\frac{1}{2}(C'_\varphi = C'_0)\, V^2 = \frac{2}{3}\rho' L \sin^2 \frac{\varphi'}{2},$$

wo die gestrichelten Größen die neuen Werte bezeichnen, welche die Kapazität des Systems, das nunmehr auf die Hälfte erniedrigte Gewicht und der Ausschlagswinkel annehmen. Aus einer Vergleichung beider Formeln geht hervor, daß, bei gleichen Werten von L und V, $\varphi' > \varphi$ ist. Ersetzen wir also in einem Elektroskop ein rechteckiges Blättchen durch ein dreieckiges von gleicher Grundlinie und gleicher Höhe wie das rechteckige, so wächst der Wert des Verhältnisses zwischen dem Ablenkungswinkel und dem Potential, mithin wird die Potentialempfindlichkeit des Apparates größer.

Wegen der Schwierigkeiten, welche die Konstruktion von Apparaten mit streng vergleichbaren Dimensionen bietet, war es mir nicht möglich, zu einer richtigen experimentellen Bestätigung im eigentlichen Sinne zu gelangen. Als ich indessen an einen und denselben Halter einerseits ein rechteckiges Blättchen anklebte und andererseits ein dreieckiges, beobachtete ich, trotzdem dieser Fall nicht streng genommen der in Frage kommende ist, beim dreieckigen Blättchen einen sichtlich größeren Ausschlag.

Quantitative Messungen stellte ich in der Weise an, daß ich in einem und demselben Apparate nacheinander verschiedene Blättchen verwandte, die ich mit Hilfe einer Trockenbatterie auf ein und dasselbe Potential brachte. Die Ergebnisse stimmten untereinander nicht ganz überein; das beruht wahrscheinlich auf den

genannten experimentellen Schwierigkeiten. Ich erhielt aber immer für das Verhältnis zwischen dem Ausschlag des dreieckigen Blättchens und jenem der rechteckigen Werte, die größer als eins waren und zwischen 5/4 und 6/4 lagen.

Lissabon, Physikalisches Laboratorium des „Instituto Superior Tecnico".

(Nach dem Manuskript aus dem Italienischen übersetzt von Max Iklé).

(Eingegangen 3. September 1914.)

Bemerkung zu meiner Abhandlung: „Über die Zerlegung des Röntgenlichtes an einem Bleirand". [1])

Von J. Laub.

Aus einem mir heute zugegangenen Briefe des Herrn H. Busch ersehe ich, daß der Schlußsatz der oben genannten Abhandlung (in seiner knappen Fassung) leicht mißverstanden werden kann. Ich wollte nur sagen, daß bei den Versuchen des Herrn Herweg ein großer Teil der Linien, wenigstens die Linien „erster Ordnung" [2]), sehr wahrscheinlich bereits an dem Bleirande der Blende entsteht. Die Gipsplatte spielt nur insofern eine sekundäre Rolle, daß an ihr die schon vorhandenen Röntgenlinien selektiv reflektiert werden, ferner, daß sie nur ein stärkeres Auflösungsvermögen besitzt. Das schloß ich und schließe ich aus einer großen Reihe von Versuchen.

Die Hauptsache war, darauf hinzuweisen, daß der Bleispalt nicht etwa nur ein Strahlenbündel ausblendet.

1) Diese Zeitschr. 15, 732, 1914.
2) Verh. d. Deutsch. Phys. Ges. 16, 76, 1914.

Buenos-Aires, Departamento de Fisica del Instituto Nacional del Profesorado Secundario 13. Juli 1914.

(Eingegangen 25. August 1914.)

Bemerkung zu der Abhandlung der Herren Helmut Kröncke, Gotthelf Leimbach und Erich Mayer: Über eine neue Methode zur Erzeugung schwach gedämpfter Schwingungen mittels Löschkondensator.

Von E. Take.

In Heft 15 dieser Zeitschrift vom 1. August dieses Jahres (S. 733—737) veröffentlichten die Herren H. Kröncke, G. Leimbach und E. Mayer ein neues, sehr interessantes und wertvolles Verfahren der Löscherregung zur Erzeugung schwach gedämpfter Wellen. Hierbei werden Löschfunkenstrecken mit parallel geschalteter Kapazität oder besser noch Löschfunkenstrecken hoher Eigenkapazität verwendet, für welche die Verfasser die Bezeichnung „Löschkondensator" vorschlagen.

Diese letztere Bezeichnung scheint mir indessen nicht sehr zweckmäßig zu sein, insofern ja bereits M. Vos [1]) eine von der obigen vollständig verschiedene Anordnung als „Löschkondensator" eingeführt hat. Vos schaltete in den Stoßkreis eine bis auf wenige Millimeter evakuierte Röhre ohne innere Elektroden, welche, mittels äußerer Belege angeschlossen, unter gewöhnlichen Umständen also eine gewisse Kapazität repräsentiert. Bei starkem Anwachsen der Spannung an den Außenbelegen wird jedoch der Gasinhalt ionisiert; dadurch steigt dann die Leitfähigkeit im Innern der Röhre so bedeutend, daß auch für sehr schnelle Schwingungen in der ionisierten Luft die Leitungsströme sehr viel stärker als die Verschiebungsströme sind. Sobald nun aber die Energie des Stoßkreises an den Sekundärkreis übergegangen ist, verschwindet mit dem Herabsinken der Spannung im primären Kreis auch die Ionisation in der luftverdünnten Röhre. Die Wirkungsweise ist also im Prinzip dieselbe wie bei der Wienschen Löschröhre, mit dem Unterschiede jedoch, daß die Vossche Vakuumröhre keine im Glase eingeschmolzenen Innenelektroden besitzt, und daß andererseits im Augenblick des Löschens infolge der bedeutenden Kapazitätsänderung noch eine Verstimmung zwischen Stoßkreis und Sekundärsystem eintritt, wodurch die Löschwirkung noch vervollkommnet wird.

Die Vossche Vakuumröhre zur Erzeugung elektrischer Stoßerregung stellt also direkt einen Kondensator dar, dessen Zwischenmedium durch Ionisierung bzw. Entionisierung und auch durch die damit verbundene Kapazitätsänderung die Löschwirkung im Stoßkreis hervorbringt. Ich glaube daher, daß es zweckmäßig sein dürfte, ausschließlich für die oben beschriebene Anordnung von Vos mit Recht die von ihm selbst vorgeschlagene Bezeichnung „Löschkondensator" beizubehalten.

1) Moritz Vos, Über eine neue Form der Stoßerregung elektrischer Schwingungen. Inaug.-Diss. Marburg 1913. Wieder abgedruckt im Jahrb. d. drahtl. Telegr. 7, 307—350, 1913. Vgl. auch F. Richarz, Die Naturwissenschaften 1, 627—628, 1913.

Physikalisches Institut d. Universität Marburg i. H., 14. Aug. 1914.

(Eingegangen 15. August 1914.)

BESPRECHUNGEN.

R. Pohl u. P. Pringsheim, Die lichtelektrischen Erscheinungen. 8. 114 S. mit 36 Figuren. (Sammlung Vieweg: Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik. Heft 1.) Braunschweig, Friedr. Vieweg & Sohn. 1914. M. 3.—

Vorliegendes Heft, das diese neue Sammlung verheißungsvoll eröffnet, bietet in knapper Darstellung eine Zusammenfassung der lichtelektrischen Erscheinungen, wie sie sich jetzt uns darstellen. Bei der Fülle des Materials (es sind in dem reichhaltigen Literaturverzeichnis von 1909—1913 allein 198 Nummern angeführt) ist eine solche Zusammenfassung äußerst erwünscht und zu begrüßen. Die Verfasser, die ja selbst zahlreiche Arbeiten hinzugeliefert haben, haben mit großer Klarheit die häufig so komplizierten Erscheinungen behandelt. Nachdem zunächst die lichtelektrischen Grundversuche besprochen werden, folgt in den nächsten drei Kapiteln die Erscheinung an den Metallen, der selektive und normale Photoeffekt. Es werden dann einige weitere Fragen über die Anfangsgeschwindigkeit der Elektronen, den Photoeffekt bei Nichtleitern und besonders ausführlich die Bedeutung der Oberflächenschichten behandelt. Diese spielen ja, wie immer mehr erkannt wird, eine wichtige Rolle beim lichtelektrischen Effekt. Im letzten Kapitel werden die theoretischen Ansätze besprochen, von denen eigentlich nur der zunächst rein formale der Quantentheorie befriedigt. Das Buch enthält noch nicht die Arbeiten von Küstner und Hallwachs über das Verschwinden des normalen Photoeffekts bei äußerster Reinheit der Oberfläche und bietet so einen gewissen Abschluß. Doch dürfte es sowohl jedem, der sich über die lichtelektrischen Erscheinungen informieren will, wie auch dem Forscher, der sich eingehender mit dieser Materie befaßt, wegen des guten Überblickes und des reichhaltigen Literaturverzeichnisses sehr zu empfehlen sein. P. Neubert.

J. Plotnikow, Photochemische Versuchstechnik. XV u. 371 S. mit 189 Figuren, 3 Tafeln und 50 Tabellen. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1912[1]). M. 11.—, gebunden M. 12.—

Der Verfasser hat seiner im Jahre 1910 erschienenen „Photochemie" (Halle, W. Knapp), die eine gute Übersicht über das vorhandene Tatsachenmaterial brachte, das vorliegende Werk folgen lassen, das sich der photochemischen Forschung nach verschiedenen Richtungen nützlich erweisen dürfte. Es beginnt mit einer ausführlichen Charakterisierung der für photochemische Zwecke in Betracht kommenden Lichtquellen und behandelt dann unter dem Titel „Lichtthermostaten" sehr ausführlich eine Reihe von Vorrichtungen, welche neben der Konstanz der Lichtintensität Konstanz der Temperatur inne zu halten erlauben. Der Verfasser beschreibt hier in der Hauptsache eigene Konstruktionen zum Teil mit etwas weitgehender Gründlichkeit in der Behandlung von Einzelheiten, was aber denjenigen, die diese Anordnungen benutzen wollen, als ein Vorzug erscheinen mag. Ein weiteres Kapitel ist den optischen Meßinstrumenten, der Photometrie und Absorptionsmessung gewidmet. Als besonders nützlich dürfte sich das dann folgende ausführliche Kapitel „Photochemische Vorlesungsversuche" erweisen. Es gibt eine gute Übersicht über die Vielseitigkeit der Reaktionen. Der Referent, der die Mehrzahl der Versuche und die Bedingungen zu ihrer Ausführung aus eigener Tätigkeit kennt, muß allerdings gestehen, daß er von Neid erfüllt wurde, wenn er sich vorstellte, über wieviel Hilfskräfte, Zeit und Apparaturen der Verfasser verfügen muß, wenn er diese Versuche wirklich in der Vorlesung vorgeführt hat. Eine sehr willkommene Beigabe bildet die am Schlusse gebrachte Zusammenstellung von photochemischen Tabellen.

A. Coehn.

1) Die Verzögerung im Erscheinen der Besprechung ist nicht durch Schuld des jetzigen Referenten entstanden. D. Red.

Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung. Herausgegeben von E. Abderhalden. Berlin—Wien, Urban & Schwarzenberg. Band III. 1911. 352 S. mit 153 Abbildungen. M. 16.—; Band IV. 1912. 272 S. mit 110 Abbildungen. M. 15.—; Band VI. 1912. 292 S. mit 20 Abbildungen. M. 15.—; Band VII. 1913. 268 S. mit 106 Abbildungen. 15.—; Band VIII. 1913. 308 S. mit 217 Abbildungen und einer Tafel. M. 15.—

Im Gegensatze zu der nicht unerheblichen Zahl sonstiger naturwissenschaftlicher Organe, welche entweder über einzelne Arbeiten oder über die Fortschritte etwa eines Jahres referieren, werden in den Abderhaldenschen „Fortschritten" einzelne Sondergebiete von der Hand eines Spezialforschers dargestellt derart, daß der gegenwärtige Stand des Wissens auf diesem Gebiete möglichst sorgfältig zum Vorschein kommt.

Es kann hier nur über Arbeiten physikalischen oder meteorologischen Inhalts berichtet werden. So finden wir im III. Bande eine ausgezeichnete Zusammenstellung der neueren Forschungen auf dem Gebiete der atmosphärischen Physik von der Hand A. Wegners, der zunächst die einschlägigen Forschungsmethoden und Hilfsmittel bespricht und dann auf die wissenschaftlichen Ergebnisse, namentlich auf die Gesetze des Temperaturwechsels, auf Inversion und Lage der Grenzfläche derselben eingeht. Die Einteilung der Atmosphäre in Troposphäre und Stratosphäre wird durch interessante Registrierungen anschaulich gemacht, worauf der Referent Fortschritte in der Wolkenkunde (Kernbildungstheorie, Wolkenformen), insbesondere die modernen Anschauungen über die obere Atmosphäre, deren allmählich sich ändernde Zusammensetzung (Wasserstoff, Geocoronium) eingehend schildert, um schließlich die Birkelandsche Kathodenstrahlentheorie des Polarlichts, die Störmerschen Modelle u. dgl. ausgiebig zu erörtern.

Der III. Band enthält ferner einen schätzenswerten Aufsatz über drahtlose Telegraphie von G. Eichhorn. Einen historischen Überblick voranschickend behandelt derselbe zunächst die Fortschritte, die Braun durch seine gekoppelten Systeme erreichte, wobei eingehend des Einflusses gedacht wird, den lose und feste Kopplung auf Energie der Strahlung und Dämpfung ausüben. Die Methoden bezüglich der Abstimmung der elektrischen Wellen, die Errungenschaften Wiens und Brauns bezüglich der Dämpfung derselben,

Löschfunken, tönende Funken, Poulsons Generator, sowie die damit zusammenhängenden technischen Vervollkommnungen, alles dies schildert der Referent in möglichster Ausführlichkeit. Sehr angenehm ist ein Vergleich des energetischen Wirkungsgrades der hauptsächlichsten Systeme.

Derselbe Referent behandelt auch im VII. Bande die neueren Fortschritte der Radiotelegraphie, wobei er sich zunächst den Erdantennen in ihrer verschiedenen Ausgestaltung zuwendet und die für die Richtungswirkung derselben von Kiebitz, Braun u. a. gegebenen Erklärungen miteinander vergleicht. Ferner wird der Goldschmidt-Arcoschen Hochfrequenzmaschine nur kurz, eingehender des Telefunkenkompasses und der Methoden gedacht, durch welche eine Bestimmung der Lage eines beweglichen Senders bzw. Empfängers von festen Stationen aus möglich wird.

Ein besonders wertvolles Referat hat E. Zickendraht über experimentelle Aerodynamik im IV. Band geliefert. Dasselbe gedenkt kurz der Versuchsanstalten für aerodynamische Forschung, sowie der Arbeiten, welche die Erforschung des Vogelfluges anstreben. Dann geht es auf Form und Eigenschaften des wirbelfreien Stromlinienkörpers, sowie auf experimentelle Ermittlung der Druckkräfte auf der Oberfläche desselben ein, schildert die Lage der Umkehrzone zwischen Über- und Unterdruck in ihrer Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und bespricht dann ausführlich, die Vorstellungen v. Lößls umwandelnd, die Druckkräfte bei einer ebenen, senkrecht zur Windrichtung gestellten Platte. Nachdem dann noch die ebene, schief gestellte und die gekrümmte Platte behandelt ist, werden die gewonnenen Erfahrungen für die Flugtechnik gangbar gemacht, wobei genauer auf die Wirkungsweise der Propeller und der Steuerung eingegangen wird.

Einen mehr chemischen Charakter hat im VI. Bande das Referat von O. Hahn und L. Meitner über Grundlagen und Ergebnisse der radioaktiven Forschung. Auf eine historische Übersicht folgt zunächst die Schilderung der drei bekannten Strahlenarten rücksichtlich ihrer Durchdringbarkeit, elektrischen Ladung und ihres Ionisationsvermögens. Dann wird die Lehre vom radioaktiven Zerfall ausgiebig besprochen und das Exponentialgesetz für die Abnahme der Aktivität erörtert, worauf die Umwandlungsreihen des Urans, Radiums, Thoriums usw. eine ausgiebige Besprechung erfahren. Nach Erörterung der chemischen und thermischen Wirkungen der Strahlenarten werden die auf radioaktiven Phänomenen beruhenden Altersschätzungen der Gesteine erwähnt.

Im VIII. Bande gibt Guertler endlich einen ausführlichen Bericht über Metallographie, in dem auf eine wenig belangreiche Einleitung zunächst der Begriff der Legierung, der festen Lösung gegeben und der innere Aufbau derselben anknüpfend an die Beschaffenheit der Meteoriten geschildert wird. Nachdem dann die Gibbssche Phasenregel besprochen und durch Beispiele erläutert worden und der Begriff homogener und heterogener Systeme festgelegt ist, wird eine Zahl typischer Zustandsdiagramme durchgesprochen. Recht interessant sind die Beziehungen des periodischen Systems zu dem Vorhandensein fester Lösungen und die Abhängigkeit der Stabilität der Systeme zur Korngröße. Schließlich folgt noch eine Angabe über Darstellungsmethoden von Legierungen und eine Besprechung der wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften derselben. Behrendsen.

E. Rothé, Cours de Physique, professé à la faculté des sciences de Nancy. Première Partie. gr. 8. VI u. 185 S. mit 78 Abbildungen. Paris, Gauthier-Villars & Cie. 1914. Fr. 6.50

Das Buch soll als Einführung in die Physik dienen, richtet sich aber an solche, die schon etwas physikalisch vorgebildet sind, und kann etwa den an deutschen Hochschulen häufig angezeigten Vorlesungen an die Seite gestellt werden, die eine Ergänzung zur Experimentalphysik und eine Einführung in das physikalische Praktikum geben wollen. Der vorliegende erste Band enthält im 1. Teil: Messung der Einheiten, Bedeutung der absoluten Einheiten und der Dimensionen, ein Kapitel über die physikalische Ähnlichkeit von Apparaten und Modellen, ferner eine Besprechung der Fehlerquellen bei Messungen von Einheiten und die gebräuchlichen Präzisionsapparate. In diesem Teil ist besonders das Kapitel über die Modellähnlichkeit interessant; in ihm sind die Bedingungen für die Ähnlichkeit der Modelle in physikalischer Beziehung übersichtlich zusammengestellt und ihre Bedeutung an praktischen Beispielen erörtert. (Die Konstruktion von Modellen spielt für den Bau von Schiffen aller Art ja eine bedeutende Rolle.) Im 2. Teil wird die Hydrostatik behandelt (dabei: Dichte und Volumenbestimmungen, Druckmessungen). Das Buch wird dem Ingenieur von Nutzen sein und wird auch dem jungen Physiker viel Interessantes bzw. Bekanntes in interessanter Beleuchtung bieten. (Unter den praktischen Beispielen sind solche aus der Flugapparatentechnik bevorzugt.) S. Valentiner.

C. Pulfrich, Stereoskopisches Sehen und Messen. gr. 8. 39 S. mit 17 Abbildungen. Jena, Gustav Fischer. 1911. M. 1.—

Der bekannte Mitarbeiter der Firma Zeiß bietet in der vorliegenden Broschüre (ursprünglich für die Encyclopaedia Britannica geschrieben) eine kurze und leicht faßliche Übersicht über die neueren Fortschritte der Stereoskopie, von der Theorie des einfachen Apparates angefangen bis zur Beschreibung der neuesten Stereokomparatoren für geodätische und astronomische Zwecke. Jedem, der sich kurz zu orientieren wünscht, kann die Pulfrichsche Abhandlung empfohlen werden. C. Schaefer.

Berichtigung.

In der Arbeit: v. Hevesy und Paneth, Zur Frage der isotopen Elemente, gehört auf Seite 798 das Zitat „F. Soddy, J. Chem. Soc. 105. 1402, 1914“ nicht zu Anmerkung 1, sondern zu Anmerkung 2.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Habilitiert: An der Universität Wien Dr. Johannes Raden für Mathematik und Dr. Ernst Zerner für anorganische und organische Chemie.

Ernannt: Professor Dr. Rudolf Rothe von der Technischen Hochschule Hannover zum ord. Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule Berlin, der ord. Professor für theoretische Physik an der Universität Utrecht Dr. Peter Debye in gleicher Eigenschaft an der Universität Göttingen, Dr. Arthur A. Swanson zum Professor für Chemie an der Universität zu Princeton.

Verliehen: Dem Privatdozenten an der Technischen Hochschule Wien Dr. Ludwig Moser der Titel Professor, dem Direktor des Aëronautischen Observatoriums in Berlin-Lindenberg Dr. Richard Aßmann der Titel Geh. Oberregierungsrat.

Gestorben: Der a.o. Professor der Physik an der Universität Freiburg i. B. Dr. Maximilian Reinganum, der Leiter der physikalischen Abteilung an der Versuchsanstalt für Luftfahrt Dr. Georg Fuhrmann in Berlin-Adlershof, der Privatdozent der reinen und angewandten Mathematik an der Technischen Hochschule München Dr. Wilhelm Deimler.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1914/15.[1])

Technische Hochschule Aachen.

Stark: Experimentalphysik I: Mechanik, Elektrodynamik, 4; Physikalisches Praktikum: a) Praktische Übungen aus allen Teilen der Physik für Anfänger, 4 oder 6, b) Anleitung zu selbständigen physikalischen Untersuchungen (Dissertationen), tägl., c) Physikalisches Handfertigkeitspraktikum, 2. — **Seitz**: Mechanische Wärmetheorie, 2; Theoretische Physik: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 2; Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Mechanik, Elektrizität, Magnetismus, 2. — **Steubing**: Photographie I, für Anfänger, II, für Fortgeschrittene, 1, Übungen, 2; Elektromagnetische Schwingungen, drahtlose Telegraphie, mit Demonstrationen, 1. — **Hopf**: Relativitäts- und Gravitationstheorie: Das Relativitätsprinzip, Die vierdimensionale Welt, Die Gravitationstheorie nach verschiedenen Autoren, Folgerungen für die Mechanik, 1; Mechanik des Schiffes: Schiffswiderstand, Schiffsantrieb, Stabilität, 1. — **Schreber**: Technische Thermodynamik, 2. — **Polis**: Allgemeine Meteorologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie, 1; Meteorologische Technik, mit Übungen im Meteorologischen Observatorium, 1. — **Grotrian**: Physikalische Grundlage der Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 3; Elektrotechnisches Praktikum, 8. — **Rasch**: Elektrische Bahnen, 1; Einleitung in die Elektrotechnik (Übersichtsvorlesung über praktische Elektrotechnik), 2; Konstruktionslehre der Elektrotechnik, 3, Übungen, 2. — **Finzi**: Elektrische Zentralanlagen und Leitungen, 2. — **Hamacher**: Praktische Telegraphie und Telephonie, 2. —

Bredt: Organische Experimentalchemie II, 3; Organisches Praktikum (mit Lipp). — **Classen**: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisches Praktikum (mit Fischer, Scheen, Schleicher, Laas, Demeure, Rolling und Wolf); Elektroanalytisches und elektrochemisches Praktikum I: Elektroanalyse, II: Wechselstrom, III: Gleichstrom. — **Rau**: Chemische Technologie, mit Exkursionen I: Allgemeine Feuerungskunde, 2, III, 2; Entwerfen von chemischen Apparaten und Fabrikanlagen, Übungen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Lambris und Salmang). — **v. Kapff**: Chemische Technologie der Gespinstfasern: Färberei, Bleicherei usw., 2, Übungen, 4. — **Ruer**: Physikalische Chemie I, 3, Übungen für Hüttenleute, 3, für Chemiker, 1 Vormittag, für Fortgeschrittene: Ausführung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten; Allgemeines hüttenmännisches Praktikum, 3. — **Fischer**: Analytische Chemie, 2; Allgemeine Elektrochemie, 2. — **Schumacher**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2. — **Lambris**: Untersuchung von Brennstoffen, 2. — **Levy**: Alizyklische Verbindungen, 2. — **Lipp**: Chemie der Alkaloide, 2. — **Scheen**: Experimentalchemie, 2. —

Blumenthal: Höhere Mathematik I: Differential- und Integralrechnung mit Einschluß der mehrfachen Integrale, Anfangsgründe der analytischen Geometrie, 6 und 4, Übungen, 2. — **Hamel**: Höhere Mathematik II: Differentialgleichung, Trigonometrische Reihen, Kurven und Flächen, 3, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Lineare Integralgleichungen, 2 *g*. — **v. Kármán**: Mechanik I: Grundbegriffe der Mechanik, Gleichgewicht der Kräfte, 5, Übungen, 1, II: Festigkeitslehre, 3, Übungen, 1; Flugtechnische Aerodynamik, 2 *g*. — **Kötter**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der graphischen Statik, 1. — **Haußmann**: Übungen im Markscheiden und Feldmessen (mit Wandhoff und Nysten), 1 halber Tag; Abriß der Markscheide- und Feldmeßkunde, 2; Ausgleichungsrechnung, 2, Übungen, 1; Geophysik, 1; Trigonometrische Übungen, 1. — **Wandhoff**: Markscheiden und Feldmessen I, 4; Markscheiderische Zeichen- und Rechen-Übungen, 2. — **Gast**: Praktische Geometrie I, 3; Geodätisches Praktikum I, 2; Geodätische Ausarbeitungen, Übungen, 4; Eisenbahntrassieren, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Basel.

Hagenbach: Experimentalphysik II: Optik, Wärme, Elektrizität, 6; Physikalisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl., für Anfänger (mit Veillon), 8; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Veillon**: Elektrische Messungen, mit Demonstrationen, 2. — **Matthies**: Mechanik, 4 *g*, Übungen, 1 *g*; Theorie der Gasionen und Elektronen, 2 *g*. — **Zickendraht**: Wechselströme, 2; Repetitorium der Physik, 1 *g*. —

Rupe: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Vollpraktikum für organische Chemie, tägl.; Chemisches Kolloquium (mit Fichter, Bernoulli und Obermiller), 1 *g*. — **Fichter**: Elektrochemie, 2; Maßanalyse und Gasanalyse, 1; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9; Chemisches Vollpraktikum (Anorganische und elektrochemische Übungen und Arbeiten), tägl. — **Kreis**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel II, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. — **Bernoulli**: Allgemeine physikalische Chemie, 1; Neuere Entwicklung der Atomistik, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum, für Anfänger, 4, Vollpraktikum, tägl. — **Obermiller**: Spinnfasern und Färberei, 2. —

Bieberbach: Differential- und Integralrechnung I, 4; Funktionentheorie, 4; Proseminar: Übungen für Anfänger, 1 *g*; Seminar (mit Spieß), 1 *g*. — **Spieß**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Variationsrechnung, 2. — **Flatt**: Pädagogisches Seminar, mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung I, 3; Projektive Geometrie, 2. —

Universität Berlin.

Rubens: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5. Mathematische Ergänzung, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Arbeiten im physikalischen Laboratorium, für Geübtere (mit Wehnelt), tägl. — **Planck**: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g*. — **Wehnelt**: Mathematische Ergänzungen zum physikalischen Praktikum II, 1 *g*; Praktische Übungen für Anfänger I und II (mit Blasius), 7; Physikalisches Praktikum für Pharmazeuten, 3; Praktikum zur Erlangung von Handfertigkeit für das physikalische Arbeiten, 3. — **Hellmann**: Klimatologie und maritime Meteorologie, 2; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*; Meteorologische Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. *g*. — **Warburg**: Wechselströme und elektromagnetische Wellen, 2. — **Schmidt**: Erdmagnetismus, 2. — **Neesen**: Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, 2. — **Blasius**: Praktischer Kursus für Mediziner, $3^1/_2$; Übungen im Anschluß an das Praktikum, 1 *g*. — **E. Meyer**: Moderne Maschinentechnik, 2; Technische Exkursionen, 14tägig, 1 Nachmittag *g*. — **Weinstein**: Elektromagnetische Lichttheorie, 4; Naturphilosophie, 2. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4. — **Less**: Praktische Witterungskunde, 2. — **Martens**: Anleitung zu physikalischen Untersuchungen, tägl. *g*. — **Gehrcke**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Optik, 1. — **Grüneisen**: Elektrische und magnetische Erscheinungen in Metallen, besonders über die Bedeutung der neues en

1) Infolge des Krieges werden an einigen Universitäten Änderungen des Vorlesungsplanes nötig werden; diese sollen in Nachträgen veröffentlicht werden, gleichzeitig mit den noch nicht eingegangenen Vorlesungsverzeichnissen von Brünn, Stuttgart und Wien.

Entdeckungen für die Elektronentheorie, 2. — **Byk**: Mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 2. — **Kiebitz**: Elektrische Schwingungen, 1. — **Hahn**: Radioelemente, 1. — **Henning**: Einführung in die Mechanik starrer Körper, 2. — **v. Baeyer**: Ausgewählte Kapitel aus der Experimentalphysik, für Zahnärzte und Pharmazeuten, 3. — **Reichenheim**: Korpuskulare Strahlung, 1 *g*. — **Pohl**: Die wichtigsten Resonanzerscheinungen in der Physik, mit Experimenten, 1; Optik des elektromagnetischen Spektrums, unter besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlen, mit Demonstrationen, 1. — **Eucken**: Übungen im physikalisch-chemischen Rechnen, 1. — **Franck**: Die elektrischen Leitungsvorgänge in Gasen, mit Demonstrationen, 1. — **Westphal**: Fluoreszenz und Phosphoreszenz, 1. — **Reiche**: Neuere Probleme der theoretischen Physik, 2. — **Scheffer**: Angewandte wissenschaftliche Photographie mit praktischen Übungen, 1; Grundlagen der wissenschaftlichen Mikroskopie und Mikrophotographie, 1 *g*. —

E. Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im Chemischen Laboratorium (mit Gabriel, Traube, Diels, Leuchs und Stähler), tägl.; Kursus für Mediziner und Zahnärzte, 3. — **Nernst**: Physikalische Chemie, 4; Neuere Atomistik, 1 *g*; Physikochemisches Kolloquium (mit Eucken), 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalisch-chemischen Laboratorium: a) anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl., b) physiko-chemische Übungen, 7, c) physikochemische Arbeiten (mit Eucken), tägl. — **Beckmann**: Besprechung neuer chemischer Untersuchungen, 1 *g*. — **Willstätter**: Kolloquium über organische Chemie, 1 *g*. — **Wichelhaus**: Technologie für Juristen und Nationalökonomen, 2, für Chemiker, 2 *g*; Übungen im Institut, tägl.; Anleitung im Institut, tägl. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, mit Experimenten, 4; Toxikologische Chemie, mit Experimenten, $1^1/_2$; Sterilisation und biologische Prüfung der Arzneimittel, mit Experimenten, 1; Praktische Übungen in der chemischen Analyse, in der chemischen Prüfung und Wertbestimmung von Arzneimitteln, in der Nahrungsmittelchemie, tägl. — **Biedermann**: Technische Chemie II: Organische Stoffe, 4. — **Traube**: Qualitative chemische Analyse, $1^1/_2$. — **Pschorr**: Organische Chemie I, 4. — **Fock**: Einleitung in die Physik und Chemie, 1; Physikalische Kristallographie, 1. — **Marckwald**: Analytische Chemie, 2. — **Rosenheim**: Anorganisch chemisches Praktikum (mit R. J. Meyer), tägl.; Übungen in der Experimentalchemie, besonders für Lehrer und Lehrerinnen (mit R. J. Meyer), 8; Praktische Übungen in der Gas- und Maßanalyse, 4. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 4. — **Jacobson**: Heterozyklische Verbindungen, ausgewählte Kapitel, 1 *g*. — **Emmerling**: Chemie und Biologie des Wassers, 1. — **R. J. Meyer**: Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung, 1 *g*. — **Spiegel**: Organische Chemie, 3; Alkaloidchemie, 1. — **Neuberg**: Arbeiten auf dem Gebiete der Biochemie, tägl. *g*; Organisch-chemische Arbeiten, tägl. *g*. — **Sachs**: Chemie der Farbstoffe, 1. — **Koppel**: Anorganisch-chemische Gleichgewichte, 1 *g*. — **Diels**: Einführung in die organische Chemie, 1. — **Meisenheimer**: Anorganische Experimentalchemie, 4. Ergänzungen, 1; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum, ganz- oder halbtägig, tägl. — **Großmann**: Deutschlands chemische Großindustrie und ihre wirtschaftliche Bedeutung, 1; Besprechung chemisch-technischer und wirtschaftlicher Tagesfragen, mit Exkursionen, $1^1/_2$. — **Löb**: Elektrochemie, 1; Biochemie, 1; Physiologisch-chemisches Laboratorium, tägl. — **Stähler**: Allgemeine und anorganische Chemie, 2. — **Houben**: Ätherische Öle, 1. — **Lockemann**: Chemie und Biologie, 1. — **Lenz**: Einführung in die chemische Untersuchung von Blut, Harn, Kot, Magensaft usw., 2. — **Leuchs**: Einführung in die organische Chemie II: Benzolderivate, 1. — **Pringsheim**: Einführung in die physiologische Chemie, $1^1/_2$. — **Anselmino**: Arzneibuch, 1. —

Schwarz: Differentialrechnung, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Elliptische Funktionen, 4; Über einige Aufgaben der konformen Abbildung, 2 *g*; Mathematische Kolloquien, 14tägig, 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Frobenius und Schottky), 2 *g*. — **Foerster**: Geschichte der Astronomie, 2 *g*; Grundlehren der Zeit- und Ortsbestimmung, 1 *g*; Die meteorischen und elektrischen Wirkungen vom Himmelsraum her auf die Erdzustände, 1 *g*. — **Helmert**: Schwerkraft und Erdgestalt, 1 *g*; Methode der kleinsten Quadrate, 1. — **Frobenius**: Algebra, 4. — **Schottky**: Allgemeine Funktionentheorie, 4; Potentialtheorie, 4. — **Struve**: Sphärische Astronomie, 3. — **Cohn**: Himmelsmechanik I, 4; Seminar für wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*. — **Schwarzschild**: Kolloquium über kosmische Physik (mit Schmidt und Schweydar), $1^1/_2$ *g*. — **Knoblauch**: Mathematische Probleme, die im Anschluß an den Schulunterricht auftreten, 4; Theorie der Raumkurven und der krummen Flächen, 4; Ausgewählte Kapitel der Theorie der elliptischen Funktionen, 1 *g*. — **Marcuse**: Geographische Ortsbestimmung, mit Übungen, $1^1/_2$; Allgemeine Himmelskunde, mit Lichtbildern und gelegentlichen Fernrohr-Beobachtungen, $1^1/_2$; Luftschiffahrt, in allgemeiner Darstellung, mit Lichtbildern, 1. — **Witt**: Fernrohroptik, 2; Astronomische Übungen, 6 *g*. — **Knopp**: Integralrechnung, 4, Übungen, 14tägig, $1^1/_2$; Theorie der unendlichen Reihen II: Reihen mit veränderlichen Gliedern, insbesondere Potenzreihen, Fourierschе und Dirichletsche Reihen, 4. — **Schweydar**: Seismologie, 1. —

Technische Hochschule Berlin.

Kurlbaum: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Elektrizität, 4, für Architekten, 2; Physikalische Übungen, 4. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Theorie der Wärme: Thermodynamik, 2. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden, 2; Physikalische Übungen: Physikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente, 4, für Chemiker, 2. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik II, 2; Grundzüge der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Elektrizitätslehre, 2; Elektrische Schwingungen und Funkentelegraphie, 1. — **Korn**: Die Differentialgleichungen der Elastizitätstheorie, 2. — **Berndt**: Radioaktivität, 1. — **Felgentraeger**: Maß- und Gewichtswesen I, 2; Die Konstruktion der Spiegel- und Linseninstrumente, 2. — **Kaßner**: Wetterkunde mit Beispielen aus der Praxis, 1. — **Kock**: Hochspannungserscheinungen und Messungen, 2. — **Petzoldt**: Raum, Zeit, Bewegung, Äther, 1 *g*. — **v. Pirani**: Elemente der graphischen Darstellung und des graphischen Rechnens, mit besonderer Berücksichtigung physikalischer und technischer Anwendungen, 1; Ausführung kleinerer physikalischer Experimentaluntersuchungen, mit besonderer Berücksichtigung der Licht- und Temperaturmessungen, 2. — **Zehnder**: Physikalische Weltanschauungen, 2. — **Günther**: Anwendung der Photographie zum Messen in der Technik: Photogrammetrie, mit Lichtbildern und Demonstrationen, 2. — **Orlich**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4, Übungen, 14tägig, 2; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium, 12; Elektrotechnische Meßkunde, 2, Übungen, 14tägig, 2. — **Wedding**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium, 4; Elektrotechnik für Chemiker, 1, Übungen, 2. — **Franke**: Elektrische Fernmeldetechnik einschließlich drahtlose Telegraphie, 4, Übungen, 6. — **Kloß**: Elektromaschinenbau, 4 und 2, Übungen, 8; Übungen im Elektrotechnischen Versuchsfelde, 4. — **v. Parseval**: Motorluftschiffe, 2; Flugzeuge, 2; Übungen im Bau von Luftfahrzeugen, 2. — **W. Reichel**: Elektrische Kraftanlagen und Bahnen, 2, Übungen, 4. — **Benischke**: Allgemeine Wechselstromtechnik, 4; Spezielle Wechselstromtechnik für Hochspannungsanlagen, 1. — **Breslauer**: Berechnung und Prüfung elektrischer Maschinen nach den in der Praxis herrschenden Gepflogenheiten, 2. — **Faßbender**: Elektrische Messungen und Meßmethoden in Hochfrequenzkreisen und ihre praktische Anwendung in der drahtlosen Telegraphie, 1; Berechnen einfacher Aufgaben aus den Grundlagen der Elektrotechnik und aus der elektrotechnischen Meßkunde, 2. — **Gerstmeyer**: Kommutator-Motoren für Wechselstrom und Drehstrom, 1.

— **Rüdenberg**: Drehstrom-Kollektormotoren, 1. — **Wagner**: Entstehung und Beseitigung von Überspannungen und Stromstößen in elektrischen Stromkreisen, 2. — **Zehme**: Elektrische Haupteisenbahnen und Zwischenstadtbahnen, 2. — **Krell**: Schiffselektrotechnik, 2. — **Dietzius**: Luftschiffbau und Luftschiffahrt, 1. —

Hofmann: Experimentalchemie, 4; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl.; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie (mit Wirth), 2. — **Pschorr**: Organische Chemie I: Die offenen Kohlenstoff-Ketten, 4; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Dolezalek**: Physikalische Chemie einschließlich theoretische Elektrochemie, 4; Kleines physikalisch-chemisches und elektrochemisches Praktikum, 2 halbe Tage; Praktische Arbeiten im physikalisch-chemischen und elektrochemischen Institut, tägl. — **v. Buchka**: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **Holde**: Untersuchung von Fetten, Ölen, Wachsen und Seifen, 2. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Allgemeine Photographie: Apparatenkunde, Übersicht über die gebräuchlichen photographischen Prozesse, 2; Einführung in die photographische Optik, 1; Astronomische Photographie mit Übungen am photographischen Refraktor (300 mm), 1, Übungen, 3; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, für Photochemiker, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichsten Prozessen, 16; Spektrographisches und spektralanalytisches Praktikum für Fortgeschrittenere, 1. — **Traube**: Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3; Kolloquium über physikalisch-chemisch-biologische Arbeiten, nach Verabredung. — **Witt**: Chemische Technologie II, 4; Technologie der Teerfarbstoffe und ihrer Verwendungen: Färberei, Zeugdruck, 4; Praktische Arbeiten im Technisch-chemischen Institut, tägl. — **Arndt**: Die elektrochemische Industrie, 2. — **Börnstein**: Die Brennmaterialien, ihre Bearbeitung und Verwendung, 2. — **Bucherer**: Einführung in die Praxis des Patentwesens, 1. — **Byk**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 2. — **v. Girsewald**: Über die Zusammensetzung und die Wertbestimmung der Brennstoffe, 1. — **Guertler**: Physikalische Chemie der Metalllegierungen III, 2; — **Hauser**: Chemie der seteneren Elemente mit spezieller Rücksicht auf ihre technische Verwendung, 2; Einführung in die rechnerische Behandlung chemischer Probleme I, 1. — **Hinrichsen**: Theorie der Lösungen, 2. — **Lehmann**: Die Farbenphotographie, 1. — **Liebermann**: Theorien der organischen Chemie, 1. — **Loewenherz**: Erläuternde Vorträge zu den Führungen durch das Chemische Museum, Anorganischer Teil, 1 *g*; Die Produkte der chemischen Industrie, ausgewählte Kapitel, Anorganischer Teil, 1 *g*. — **Seegert**: Ausgewählte Kapitel aus der Spektralanalyse, 1. — **Simonis**: Repetitorium der organischen Chemie, 2; Organisch-chemische Arbeitsmethoden der Oxydation, Reduktion, Sulfurierung usw., 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Treadwell**: Ausgewählte Methoden zur Prüfung der Rohmaterialien, Zwischen- und Endprodukte der chemischen Industrie, 1. — **Ullmann**: Arbeitsmethoden der Farbenindustrie, 1. — **Voswinckel**: Einführung in die organische Chemie, 2. — **Wirth**: Analytische Chemie, 1. — **Wolffenstein**: Die Chemie der Alkaloide, 2. —

Scheffers: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Jolles**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Dziobek**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Differential- und Integralrechnung und der analytischen Geometrie, 4, Übungen, 2 *g*. — **Rothe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen und Festigkeits-Laboratorium, 2; Aeromechanik und Mechanik der Flugzeuge, 2. — **Reißner**: Mechanik und graphische Statik I, 4, Übungen, 2, II, 6, Übungen, 4. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen, zugleich Bearbeitung der Aufnahmen, 2; Höhere Geodäsie, 2. — **Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **Weber**: Mechanik I, 4, Seminar-Übungen, 1, II, 4, Seminar-Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der technischen Mechanik: Die neueren Anschauungen über die Elastizitäts- und Bruchgrenze technisch wichtiger Materialien, 1. — **Wallenberg**: Ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2; Funktionentheorie I, 2; Potentialtheorie, 2. — **Schuberg**: Elemente der darstellenden Geometrie, 1, Übungen, 3. — **Fuchs**: Partielle Differentialgleichungen nebst Anwendungen, 2. — **Jacobsthal**: Theorie der Funktionen einer reellen Variablen: Punktmengen, Integral von Lebesgue usw., 4. — **Lichtenstein**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **Salkowski**: Ausgewählte Kapitel der Differentialgeometrie für höhere Semester, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Wärme, 6; Theoretische Optik, 1 *g*; Repetitorium der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, 8. — **Gruner**: Elektromagnetische Lichttheorie, 3; Molekulare Wärmetheorie, 2; Einleitung in die theoretische Physik, 1; Seminar für theoretische Physik, nach Verabredung. — **Blattner**: Kraftwerke und elektrische Bahnen, 1. — **Luterbacher**: Grundzüge der Mechanik; Dynamik, für Anfänger, 1. —

Kohlschütter: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 6; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Praktikum, 6, für Mediziner, 8. — **Ephraim**: Einführung in die Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Praktikum, 4; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Mai**: Repetitorium der anorganischen Chemie für Mediziner und Lehramtskandidaten, 1. — **Tambor**: Organische Chemie II, 5, Repetitorium, 1; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Woker**: Arbeiten im Laboratorium für physikalisch-chemische Biologie, ganz- und halbtägig, tägl.; Kurs für die Untersuchung der Körperflüssigkeiten: Harn, Blut, Milch, Magensaft, 4; Theorie und Praxis der Fermentuntersuchung, 1, Praktische Übungen, 1; Physikalisch-chemische Biologie, 2; Theorie der Lebenserscheinungen, 1. — **Schaffer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel I, 2; Chemische Technologie der Lebensmittelgewerbe, nach Verabredung. —

Graf: Kugelfunktionen, mit Repetitorium I, 3; Besselsche Funktionen, mit Repetitorium I, 3; Integralrechnung, mit Repetitorium, 3; Funktionentheorie I, 2; Differentialgleichungen I, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), $1^1/_2$. — **G. Huber**: Sphärische Astronomie I, 2; Theorie der höheren ebenen Kurven, 3; Theorie der elliptischen und Thetafunktionen, 2; Theorie und Anwendung der Determinanten, 1; Mathematisches Seminar: Geometrische Richtung (mit Graf), 1. — **Ott**: Algebraische Analysis II, 2; Sphärische Trigonometrie mit Anwendungen, 2; Integralrechnung, 2; Analytische Geometrie II, 2; Mathematische Übungen, 1; Mathematische Übungen und Repetitorium, 1. — **Mauderli**: Physik des Sonnensystems, 1; Astronomisch-geographische Ortsbestimmung, 2, Übungen, nach Verabredung. — **Berliner**: Analytische Zahlentheorie, 2. — **Benteli**: Darstellende Geometrie: Kurven, Strahlenflächen, reguläre Polyeder, Übungen und Repetitorium, 2; Praktische Geometrie I, 1; Rotationsflächen, 1. — **Crelier**: Geometrie der Bewegung, 2; Einführung in die *n*-dimensionale Geometrie, 2. — **Moser**: Ausgewählte Kapitel der Reservenrechnung, nach Verabredung; Technische Grundlagen der Krankenversicherung, 2; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar, 1—2. — **Bohren**: Politische Arithmetik, 2; Mathematische Statistik, 2; Ausgleichungsrechnung, mit Übungen, 2. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Laboratorium für Anfänger (mit Eversheim), 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Eversheim**: Grundzüge der Elektrotechnik, 1 *g*; Angewandte Elektrizitätslehre mit Übungen (mit Grebe), 2. — **Pflüger**: Theorie der Elektrizität, 5. — **Bucherer**: Neuere Elektrizitätslehre, 1. — **Grebe**: Einleitung in die theoretische Physik, 2. —

Anschütz: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Benrath, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Benrath), tägl. außer Sonnabend. — **Rimbach**: Physikalische Chemie I: Atom- und Molekulartheorie, Eigenschaften der Stoffe, Verwandtschaftslehre, 3; Grundzüge der chemischen Thermodynamik, für Vorgeschrittene, 1 *g*; Chemisches Rechenseminar, a) Unterstufe: Stöchiometrische und chemisch-analytische Aufgaben (mit Wintgen), 14tägig, 2 *g*, b) Oberstufe: Physikalisch-chemische Aufgaben (mit Wintgen), 14tägig, 2 *g*; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3. — **Benrath**: Spezielle anorganische Chemie II: Seltenere Elemente der Gruppen 5—8, 1 *g*; Analytische Chemie I, 2; Übungen in der Gasanalyse, 3 *g*. — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie I (anorganisch), 3, III: Zykliische Verbindungen, 1 *g*; Arzneimittelprüfung, 1; Sterilisieren von Arzneimitteln, 1. — **Mannheim**: Methoden der Wasser- und Harnanalyse, 1. — **Kippenberger**: Chemische Technologie, anorganischer Teil, mit Exkursionen, 2; Einführung in die chemische Großtechnik I: Anorganisch-chemische Betriebe, mit Exkursionen, 1; Besprechung nahrungsmittelchemischer Gutachten, 1 *g*. — **Laar**: Grundlagen der Photographie und Reproduktionstechnik, mit Besichtigungen, 2; Übungen in ausgewählten photographischen Verfahren: Silberöldruck usw. — **Deschauer**: Einführung in die Arbeitsmethoden der organischen Chemie, 1. — **Meerwein**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Gewecke**: Einführung in die Chemie, für Mediziner, 2; Repetitorium der anorganischen und analytischen Chemie, 2; Grundlagen und Hauptmethoden der Gewichtsanalyse, 1. — **Wintgen**: Optische Methoden in der Chemie, mit Übungen, 1; Kolloidchemisches Praktikum, 2 *g*. —

London: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, mit Zeichenübungen, 3. — **Schur**: Theorie der linearen Differentialgleichungen, 2; Algebra, 4; Über unendliche Reihen, Produkte und Kettenbrüche, 2; Mathematisches Seminar, Mittelstufe: Behandlung einfacher Aufgaben (mit Müller), 14tägig, 2 *g*. — **Study**: Analytische Mechanik, 4; Mathematisches Seminar, Oberstufe: Vortragsübungen, 14tägig, 2 *g*. — **Ruhm**: Einführung in die höhere Geodäsie, 2 *g*. — **Müller**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1 *g*. — **Küstner**: Theorie der Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 3; Topographie des Sonnensystems, 1 *g*; Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer), nach Verabredung. — **Mönnichmeyer**: Methode der kleinsten Quadrate, 2; Gebrauch der astronomischen Jahrbücher, 1 *g*. —

Technische Hochschule Braunschweig.

Diesselhorst: Experimentalphysik: Elektrizität und Magnetismus, 4; Theorie des Elektromagnetismus, 3, Übungen, 1; Physikalisches Praktikum I und II; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Weber**: Potentialtheorie mit Anwendungen auf die Elektrostatik, 2. — **Bergwitz**: Atmosphärische Elektrizität, 1; Radioaktivität, 1. — **Witte**: Analytische Mechanik: Mechanik eines materiellen Punktes, 2. — **Peukert**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Allgemeine Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Übungen, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium, 9. — **Czeija**: Elektromaschinenbau, 4, Übungen, 6; Elektrische Kraftbetriebe, 2, Übungen, 2. — **Micheler**: Einführung in die Photographie, 1; Die Photographie in natürlichen Farben, 1; Spezielle Photographie, 2; Photographische Übungen, nach Verabredung. —

Meyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Chemie der organischen Farbstoffe, 3; Arbeiten im chemischen Laboratorium; Chemisches Kolloquium (mit Freundlich), nach Verabredung *g*. — **Biehringer**: Analytische Chemie, 2; Grundzüge der Chemie, 3. — **Freundlich**: Physikalische Chemie, 2; Metallurgie, 2; Chemie der Metalle, 1; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie. — **Reinke**: Chemische Technologie II 1, 6; Chemisch-technische Analyse I, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe, tägl., Seminaristische Übungen, monatlich 2 *g*; Chemische Technologie in den deutschen Kolonien, 1. — **Beckurts**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Grundzüge der Maßanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie. — **Troeger**: Analytische Chemie, 2; Chemie der Benzolderivate, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2. — **Emde**: Organische Stoffe mit physiologischer Wirkung: Arzneimittelsynthese, 1. —

Dedekind: Elemente der Zahlentheorie, 2; Einleitung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, 1. — **Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 4; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2, II, 2. — **Timerding**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Algebraische Analysis, 2; Synthetische Geometrie, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, 4, Übungen, 2. — **Schlink**: Technische Mechanik II: Dynamik, 3, Übungen und Repetitionen, 2; Berechnung und Konstruktion von Flugzeugen, 1; Graphische Statik, 2, Übungen, 2; Eisenhochbauten, ihre Berechnung und Konstruktion, 2, Übungen, 4; Statik der Baukonstruktionen I, 3, Übungen, 4, II, Übungen, 4. — **Näbauer**: Grundzüge der Geodäsie, 2, Übungen, 2; Geodäsie II, 3, Übungen, 1; Höhere Geodäsie oder Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Planzeichnen, 4. —

Universität Breslau.

Lummer: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Schaefer und Waetzmann), 3, (mit Schaefer, Waetzmann und Ladenburg), 3, für Mediziner (mit Ladenburg), 3, für Pharmazeuten (mit Waetzmann), 3, für Geübtere (mit Pringsheim, Schaefer und Waetzmann), tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Pringsheim und Schaefer), 2 *g*. — **Pringsheim**: Allgemeine Mechanik, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Schaefer**: Theoretische Physik IV: Optik, 4. — **Waetzmann**: Einführung in die theoretische Physik: Mechanik, Akustik und Wärme, 2. — **Ladenburg**: Interferenz, Beugung und Polarisation von Licht- und Röntgenstrahlen, 1. — **von dem Borne**: Geophysikalische Übungen und Besprechungen, nach Verabredung, *g*; Luftelektrizität und Erdmagnetismus, 2. — **Riesenfeld**: Photographisches Praktikum, 2; Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*. —

Biltz: Organische Experimentalchemie, 4; Chemische Referatenstunde, für Vorgeschrittene (mit v. Braun, Meyer, Koenigs und Arndt), 14tägig, 2 *g*; Chemisches Praktikum, unorganische Abteilung (mit v. Braun), tägl. außer Sonnabend, organische Abteilung, ganztägig, für Landwirte, 4; für Mediziner (mit Meyer), 4. — **v. Braun**: Analytische Chemie I, 2; Besprechung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten, 1 *g*. — **Meyer**: Einführung in die Chemie für Zahnärzte, 3; Chemie der Metalle, 2; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Herz**: Einführung in die physikalische Chemie, 2; Grundlagen der Maßanalyse, 1; Anwendungen der Maßanalyse, mit besonderer Berücksichtigung des Deutschen Arzneibuches, 1; Besprechungen zur qualitativen Analyse, 1 *g*. — **Fischer**:

Die radioaktiven Elemente, 1; Handfertigkeitspraktikum: Unterweisung in der für wissenschaftliche Zwecke erforderlichen Kenntnis der Bearbeitung von Glas, Holz und Metall, 3. — **Koenigs**: Organische Farbstoffe, 1; Heterozyklische Verbindungen, 1. — **Arndt**: Gasanalytisches Praktikum, 7. — **Schenck**: Physikalische Chemie I, 3; Ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*; Übungen in physikalischer Chemie und Elektrochemie, 4; Großes Praktikum in physikalischer Chemie und Elektrochemie für Fortgeschrittene, tägl. — **Gadamer**: Organische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und Nahrungsmittelchemie, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 6. — **Danckwortt**: Ausmittelung der Gifte: Chemische Toxikologie, 2; Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 1. — **Ehrlich**: Landwirtschaftlich-chemische Technologie I: Zucker, Stärke usw., mit Exkursionen, 2; Chemische, biochemische und technische Arbeiten im landwirtschaftlich-technologischen Institut, für Anfänger und Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Die chemischen Vorgänge in der Pflanze, 1 *g*; Gasanalytische und chemisch-technische Untersuchungen, 4; Einführung in die Chemie für Landwirte, anorganischer Teil, 3. —

Sturm: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Differentialgeometrie, 2. — **Kneser**: Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2; Funktionentheorie, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Schmidt**: Algebra II, 3; Integralgleichungen, 3; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Schnee**: Integralrechnung, 4, Übungen, 2. — **Steinitz**: Theorie und Anwendung der Determinanten, 3, Übungen, 1 *g*. —

Technische Hochschule Breslau.

Lummer: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Praktikum, 3. — **von dem Borne**: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Luftschiffahrt: Theorie der Luftschiffahrt, 2. — **Hilpert**: Elektrotechnik I, 4; Elektromaschinenbau I und II, 2; Übungen im Elektromaschinen- und Apparatebau, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II, 4, III, 8; Kolloquium im Elektrotechnischen Institut, 14tägig, nach Verabredung *g*. — **Euler**: Elektrotechnische Meßkunde I und II, 2; Elektrische Kraftanlagen I, 2; Übungen im Bau elektrischer Kraftanlagen und Bahnen, 4. — **Grosse-Leege**: Fernsprechtechnik, 2. —

Stock: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Kolloquium (mit Neumann, Schenck und Semmler), 14tägig, 2 *g*. — **Semmler**: Organische Technologie, 3; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Neumann**: Anorganisch-chemische Technologie, 4; Chemisch-technisches Praktikum, tägl. — **Ehrlich**: Die chemischen Vorgänge bei der Gärung, 1. — **Nauß**: Technische Gasanalyse, 1. —

Dehn: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 3. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Kinematik, nach Verabredung. — **Mann**: Mechanik: Graphische Statik I, 3, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 2; Eisenhochbau, einschließlich Eisenbetonbau, 2, Übungen, 3; Statik der Baukonstruktionen I, 1; Ausgewählte Kapitel aus der Mechanik, 2. — **Steinitz**: Höhere Mathematik III, 2, Übungen, 2; Höhere Mathematik für Chemiker und Hüttenleute, 3, Übungen, 1; Potentialtheorie, 2. — **Schnee**: Ausgewählte Kapitel der Analysis, nach Verabredung. —

Universität Czernowitz.

v. Geitler: Experimentalphysik III, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger I: a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Physikalische Übungen für Fortgeschrittene, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*; Besprechung physikalischer Fragen (mit Radakovic und Conrad), 14tägig, 2 *g*. — **Radakovic**: Optik, 5; Seminar für mathematische Physik, 2 *g*. — **Conrad**: Kosmische Physik: Luftdruck, Luftströmungen und Niederschläge, 4; Ausgewählte Kapitel aus der atmosphärischen Optik, 1; Naturbeobachtung auf Reisen (mit Netolitzky und Micoletzky), 1. —

Pomeranz: Allgemeine Chemie I, 5; Konstitution und physikalische Eigenschaften chemischer Verbindungen, 2; Praktische Übungen für Anfänger und Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. — **Lindner**: Chemische Verwandtschaftslehre, 1. —

Plemelj: Algebra, 3; Zahlentheorie, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*; Übungen im mathematischen Proseminar, 2 *g*. — **Hahn**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 2 *g*; Theorie der reellen Zahlen, 2, Übungen, 2 *g*. — **Kruppa**: Projektive Geometrie, 3. —

Technische Hochschule Danzig.

Krüger: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 8; Großes physikalisches Praktikum, tägl.; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Physik, 1. — **Kalähne**: Einführung in das physikalische Praktikum: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 1; Theoretische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 2; Photographie und photographische Reproduktionsverfahren, 1, Übungen I für Anfänger, 3, II für Fortgeschrittene, 3; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im photographischen Laboratorium des Physikalischen Instituts, tägl. — **Roessler**: Elektrotechnik II, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen (mit Roth), 2, Übungen, 4. — **Grix**: Elektrische Hausinstallationen und Beleuchtungstechnik, 1; Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 4; Schwachstromtechnik, einschließlich Hochfrequenztechnik, 2. — **Roth**: Elektromaschinenbau, 1, Übungen, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Apparate und Schalttafelbau, 2, Übungen, 4. — **Föttinger**: Einführung in die Physik der technischen Strömungserscheinungen, mit Demonstrationen, 2. — **N. N.**: Praktische Meteorologie und Luftfahrt, 2. —

Ruff: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium (mit v. Wartenberg und Wohl), 2, Übungen, für Fortgeschrittene, *g*; Praktikum im anorganisch-chemischen und elektro-chemischen Laboratorium, tägl. — **Wohl**: Organische Experimentalchemie I, 4; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium und Laboratorium für landwirtschaftliche Gewerbe, tägl. — **v. Wartenberg**: Physikalische Chemie I und II, 2; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 3, Übungen, 1; Übungen zur Mathematik, 1; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum I und II, 4; Großes physikalisch-chemisches Praktikum, 9. — **N. N.**: Quantitative chemische Analyse, 2. — **Claass**: Chemie und Technologie organischer Farbstoffe, 2. — **Glimm**: Chemie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel, 4; Praktikum für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und Gärungsphysiologisches Praktikum, tägl.; Kurse für Gärungsgewerbe, Übungen, mehrere Wochen. — **Jellinek**: Angewandte physikalische Chemie I und II, 2. —

v. Mangoldt: Höhere Mathematik I, 6. — **Lorenz**: Dynamik starrer Körper, 2, Übungen, 2; Festigkeitslehre und Hydraulik, 4, Übungen, 3. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 5; Ausgewählte Kapitel der höheren analytischen Geometrie, 1 *g*. — **Sommer**: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 1; Variationsrechnung, 2. — **v. Brunn**: Theorie der Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 2. — **N. N.**: Übungsergebnisse in der Mechanik, 2. — **Eggert**: Geodäsie I, 2, II, 2; Planzeichnen, 2; Geodätisches Praktikum I und II, 2. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Geometrische

Optik, Wellenlehre des Lichtes, Akustik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeißig) I: Allgemeine Physik, II: Angewandte Physik, 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik (mit Zeißig), nach Verabredung; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Zeißig), für Vorgeschrittene, 1 *g*. — **Zeißig**: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Akustik, Optik, 4; Physikalische Meß- und Instrumentenkunde, 1 *g*; Seismometrie und ihre Anwendungen, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der allgemeinen Physik, 1. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente I, 2. — **Limmer**: Photographische Übungen, für Anfänger und Fortgeschrittene, A, 3, B, 3; Ausgewählte Kapitel aus der Photographie, 2; Die Herstellung von Lichtbildern und Vergrößerungen, 2; Photographisches Kolloquium, 1; Grundlagen der Kinematographie, mit Übungen, 1. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II (Wechselstromtechnik): Theoretischer Teil, 3, Fortsetzung, 2; Praktikum III: Selbständige Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Petersen), nach Verabredung. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I: Elemente der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Sengel), 4 halbe Tage; Elektrische Wellen: Hochfrequenztechnik, 2; Radiotelegraphisches Praktikum, für Fortgeschrittene, nach Verabredung. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 3, Übungen, 3; Elektrische Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2. — **Petersen**: Allgemeine Elektrotechnik, Übungen, 2; Übungen im Hochspannungslaboratorium, 2; Grundzüge der Hochspannungstechnik, 1. — **Goldschmidt**: Elektrischer Antrieb von Werkzeug-, Bergwerks- und Hüttenmaschinen, 2. —

Wöhler: Anorganische Experimentalchemie, 4; Theoretische Chemie I, 2; Kolloquium über chemische Tagesfragen (mit D'Ans und Martin), 1; Chemisches Praktikum für anorganische und physikalische Chemie (mit Heyl, D'Ans, Martin und Schaeffer), tägl. außer Sonnabend. — **Finger**: Organische Experimentalchemie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Alkaloide, 2; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie (mit Friedlaender), tägl. außer Sonnabend. — **D'Ans**: Analytische Chemie II, 2; Einführung zu den Übungen zur theoretischen Chemie, 2; Heterogene Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre, 2. — **Heuser**: Organische Experimentalchemie, einschließlich Zellulosechemie und Teerfarbenchemie, 4; Organisch-chemisches Praktikum, nach Verabredung; Papier-Färberei-Praktikum, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Roh- und Halbstofflehre der Papierfabrikation, 1. — **Friedlaender**: Zwischenprodukte der Teerfarbenfabrikation, 1 *g*. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie, Organischer Teil, 2; Bakteriologie und Sterilisationstechnik (mit Schaeffer), Übungen, 2. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 4; Chemisches, chemisch-technisches und elektrochemisches Praktikum (mit Moldenhauer und Draisbach), tägl. außer Sonnabend. — **Moldenhauer**: Gasanalytische Methoden, Übungen, 2; Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation, 2; Elektrochemische Übungen, 4; Brennstoffe, Verbrennungsvorgänge, Heiz- und Kraftgase, Feuerungskontrolle, 1, Übungen, 2. — **Vaubel**: Theoretische Chemie I: Stereochemie, 1, Übungen, 3; Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen, 2; Chemie der Fette und Öle und daran anschließend Firnisse und Lacke, 1. — **Martin**: Physikalisch-chemisches Seminar, 1 *g*. — **Sonne**: Chemisch-technische Untersuchung von Explosivstoffen, 1. — **Weller**: Untersuchen von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen, 8, Übungen, 1. —

Graefe: Trigonometrie, 3, mit Übungen; Höhere Mathematik, 3, Übungen, 2; Geschichte der Mathematik, 1. — **Horn**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 1. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 3; Geometrie der Kegelschnitte (in analytischer Behandlung), 2. — **Schleiermacher**: Rechenapparate und wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*; Elliptische Funktionen, 2 *g*; Aerodynamik in Beziehung zur Luftschiffahrt, 2 *g*. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6, II, 2; Arbeiten im mathematischen Institut (mit Sulzmann), 3. — **R. Müller**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Ausgewählte Kapitel aus der Kinematik, 2; Geometrie der Lage, 2. — **Hohenner**: Geodäsie, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen I, 4; Geodätische Ausarbeitungen, 2; Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Praktische Geometrie, 2. — **Assistenten**: Planzeichnen, 4. — **Gasser**: Katastertechnische Berechnungen, 1 *g*. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik II, 6; Übungen in Mechanik (mit Graefe), 2 und 3; Hydrodynamik, 1. — **Blaess**: Ausgewählte Abschnitte aus der technischen Mechanik, 2 *g*. — **Greim**: Meteorologie und Klimatologie, 2. — **Eberhardt**: Luftschiffahrt, 2; Flugtechnik, 2; Luftschrauben, 2, Übungen, 6. — **Linke**: Aeronautische Meteorologie, 2. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum, 6 oder 3, II, einschließlich Laboratoriumstechnik, für Fortgeschrittene, 9; Praktikum für größere physikalische Arbeiten, 20; Physikalisches Kolloquium, Referate über neue Arbeiten (mit Helm, Toepler und Dember), 14tägig, 1 *g*. — **Toepler**: Theoretische Physik IV: Optik, 4; Dioptrik, 2. — **Dember**: Astrophysik, 1. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik II, 2; Theorie des Wechselstromes II, 4; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 8; Elektrotechnisches Praktikum für Maschinen-, Elektro- und Betriebsingenieure, sowie für Chemiker, 4; Größere elektrotechnische Spezialarbeiten, Übungen, 20. — **Kübler**: Elektromaschinenbau II, 2, IV, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 12 und 4; Heizer- und Maschinistenkursus, nach Verabredung. — **Barkhausen**: Telephonie und Telegraphie: Wissenschaftliche Grundlagen, 2; Theorie der Leitungen II, 1, Übungen, 1; Praktikum für Schwachstromtechnik, insbesondere drahtlose Telegraphie I und II, 14tägig, 1½; Selbständige Arbeiten im Institut für Schwachstromtechnik, 10 oder 20. —

Foerster: Ausgewählte Kapitel aus der speziellen anorganischen Chemie, 1; Chemische Großindustrie, 2; Anorganisch-chemisches Praktikum: a) Qualitative Analyse, 12, b) Gewichts-, Maß- und Gasanalyse, Präparate, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Physikalisch-chemisches und anorganisch-chemisches Kolloquium (mit Erich Müller, Luther und Lottermoser), 1 *g*. — **v. Meyer**: Organische Chemie, 5; Organisch-chemisches Praktikum, halbtägig, Übungen, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Kolloquium, freie Vorträge über wichtige Probleme der Chemie (mit König und v. Walther), 1 *g*. — **Hempel**: Metallurgie, 2. — **Erich Müller**: Elektrochemie, ihre Theorie und technische Anwendung, 2; Physikalische (theoretische) Chemie II, 3; Praktikum für Elektrochemie, Übungen, 8; Praktikum für größere Arbeiten der Elektrochemie und physikalischen Chemie, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie II, 3; Spinnerei, 3; Technologisches Praktikum für die Faserstofftechnik, 12, für Fortgeschrittene, 20. — **Luther**: Photographie, 2; Photographisches Praktikum, für Anfänger und Vorgeschrittene, 4 und 8; Selbständige Arbeiten im wissenschaftlich-photographischen Institute, 2 und 4, ferner ganz- und halbtägig. — **König**: Chemie der Textilindustrie; Gewinnung der Spinnfasern und ihre Veredelung durch Bleicherei, Färberei, Zeugdruck und Appretur, 3; Chemie des Steinkohlenteers: Die Rohmaterialien und Zwischenprodukte für die Industrie der organischen Farbstoffe, 2; Praktikum für Farbenchemie, 8; Praktikum für Farbenchemie bezw. für Färbereitechnik, halbtägig, für größere Arbeiten, ganztägig, tägl. außer Sonnabend. — **Lottermoser**: Analytische Chemie auf Grundlage

der Ionentheorie und des Massenwirkungsgesetzes, 1; Ausgewählte Kapitel aus der technischen Elektrochemie, 1. — **v. Walther**: Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 2. — **Renk**: Nahrungsmittelchemie, 2; Wohnungshygiene, 1; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln, ganztägig, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, halbtägig, tägl. außer Sonnabend. — **Dietz**: Chemische Technologie der Tonwaren, 1. — **Thiele**: Brennmaterialien, Theorie der Feuerungen, 1. —

Helm: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 2; Die Elektrodynamik nach ihrer geschichtlichen Entwickelung, 2; Übungen zur analytischen Mechanik, 1 *g*. — **Krause**: Höhere Mathematik IV, 3, Übungen (mit Naetsch), 1; Theorie der komplexen Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*; Seminaristische Übungen für Physiker (mit Naetsch), 1 *g*. — **Ludwig**: Darstellende Geometrie II, 3, Übungen, 4, Perspektive, mit Übungen, 1; Theorie der geometrischen Verwandtschaften, 2. — **Pattenhausen**: Geodäsie I, 2, Übungen, 2, II, 3, Übungen, 2; Höhere Geodäsie II, 2, Übungen, 2; Einführung in die Kenntnis des Fixsternhimmels, mit Beobachtungen im Observatorium, 1; Geodätische Ausarbeitungen, 2; Graphische Ausarbeitungen, 2; Geodätische Rechenübungen, 2; Skizzieren geodätischer Instrumente, Übungen, 2; Katastervermessung, Übungen, 2; Planzeichnen I, Übungen, 2. — **Naetsch**: Analytische Geometrie der Flächen zweiten Grades, 3; Elementare Algebra und Analysis, 2; Einleitung in die Theorie der partiellen Differentialgleichungen, 2. — **Heger**: Ebene Kurven dritter Ordnung, 1. —

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger (Chemiker, Mediziner usw.), 2; Physikalisches Halb- und Vollpraktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Reiger**: Theoretische Physik I, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium (mit Wirschmidt und Hauser), 1 *g*. — **Würschmidt**: Vektorenrechnung und ihre Anwendungen, 2; Geschichte der Mathematik und Physik im Altertum und im Mittelalter, 2. — **Hauser**: Maschinenkunde für Chemiker und Physiker, 1. —

O. Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen (mit Henrich): a) Analytisch-chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, b) Vollpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Mediziner, 4. — **Busch**: Pharmazeutische Chemie, Organischer Teil, 3; Grundlagen der Nahrungsmittelchemie, für Chemiker und Pharmazeuten, 2; Chemisches Praktikum: a) Vollpraktikum, tägl., b) Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Nahrungsmittelchemisches Praktikum, Voll- und Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Henrich**: Analytische Chemie der Metalle (Experimentalvorlesung zur Ergänzung des analytisch-chemischen Praktikums), mit besonderer Berücksichtigung der Gewichtsanalyse, 3; Chemie der Benzolderivate, 2. — **Jordis**: Spezielle anorganische Chemie, zugleich Chemie der Kolloide, 2; Physikalische Chemie I, 2; Chemisches Seminar, 2; Elektrochemisches Praktikum, a) für Anfänger: Analyse, b) für Fortgeschrittene, je 4. —

Noether: Analytische Geometrie, 4; Analytische Mechanik, 4, Vorträge und Übungen, nach Verabredung *g*. — **E. Fischer**: Algebra I, 4; Anleitung zum Studium der Differential- und Integralrechnung (mit Baldus), 2; Invariantentheorie, 2; Seminar (mit Baldus): Theorie der algebraischen Zahlkörper, 2 *g*. — **Baldus**: Synthetische Geometrie I, 3, Übungen, 1 *g*; Elliptische Funktionen, 2; Politische Arithmetik für Juristen, 1, Übungen, 1; Wahrscheinlichkeitsrechnung für Versicherungsmathematiker, 2, Übungen, 1. —

Universität Frankfurt a. M.

Wachsmuth: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Physikalisches Kolloquium, 2; Physikalische Übungen für Anfänger, 6, für Mediziner, 4, für Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Elektrizitätsleitung in Gasen, 1. — **v. Laue**: Mechanik des Massenpunktes und des starren Körpers, 4, Übungen, 1. — **Déguisne**: Grundlagen der Elektrotechnik: Gleichstrom, 2; Elektrische Meßkunde: Gleichstrom, 1; Einführung in die Röntgentechnik, 1; Kolloquium auf dem Gebiete der angewandten Physik, 2; Kleines elektrotechnisches Praktikum I, 3, II, 3; Großes elektrotechnisches Praktikum, halb- oder ganztägig; Wissenschaftliche Arbeiten, ganztägig; Gleichstrommaschinen, 1. — **Linke**: Allgemeine Meteorologie, 3; Meteorologisch-geophysikalische Übungen, 2; Mond und Wetter, 1. — **Seddig**: Wissenschaftliche Photographie, 14tägig, 2; Photographisches Praktikum, 8; Übungen in der optischen Projektion und Anstellung physikalischer Demonstrationen, 14tägig, nach Verabredung. —

Freund: Organische Experimentalchemie, mit einer Einleitung in die Grundlehren der anorganischen Chemie, 5; Einführung in das Praktikum der qualitativen Analyse (mit Speyer), 2; Kleines chemisches Praktikum für Anfänger: Darstellung chemischer Präparate, Einführung in die qualitative und quantitative Analyse, Nahrungsmittelanalyse, 2 halbe Tage; Großes chemisches Praktikum, halb- oder ganztägig; Wissenschaftliche Arbeiten für Fortgeschrittene, ganztägig; Kolloquium über neue chemische Literatur, 14tägig, 2. — **Lorenz**: Physikalische Chemie: Übersicht über das Gesamtgebiet der physikalischen Chemie, 3; Kolloquium über neuere Arbeiten aus dem Gebiete der physikalischen Chemie, 2; Kleines Praktikum der physikalischen Chemie, tägl. außer Sonnabend; Übungen im physikalisch-chemischen Laboratorium, halb- oder ganztägig; Wissenschaftliche Arbeiten im physikalisch-chemischen Laboratorium, ganztägig; Chemische Thermodynamik mit besonderer Berücksichtigung des Nernstschen Wärmetheorems, 1. — **Fleischer**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Chemie der neueren Arzneimittel, 1. — **Mayer**: Chemie der Benzolderivate: Zwischenprodukte der Teerfarbenfabrikation, 2; Einführung in die anorganische Chemie auf elementarer Grundlage, 1; Praktische Übungen in der Färberei der Textilfasern, 2. —

Schoenflies: Projektive Geometrie, 4; Mengenlehre, 2, Übungen, 1. — **Brendel**: Mechanik des Himmels, 3; Versicherungsmathematik, für Mathematiker, 2; Versicherungs-Seminar: Übungen für Mathematiker, Juristen und Nationalökonomen, 14tägig, 2. — **Hellinger**: Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1; Theorie der Integralgleichungen, 3. — **Brill**: Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 2, Übungen, 2. — **Szász**: Zahlentheorie, 3, Übungen, 1; Theorie der Kettenbrüche, 2. —

Universität Freiburg i. B.

Himstedt: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 3, für Naturwissenschaftler, 6; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Koenigsberger**: Mathematische Physik mit Übungen: Schwingung und Leitung, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Vorbereitung zu Übungen aus der theoretischen Physik, 1. — **N.N.**: Meteorologie und physikalische Grundlagen der Fiugtechnik, 2; Elektromagnetik, 2; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Gaede**: Technisch-physikalisches Praktikum für Naturwissenschaftler: Übungen in der Selbstanfertigung physikalischer Apparate und Vorführung von Experimenten, 2, für Mediziner, mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlentechnik und Mikroskopie, mit anschließendem Konversatorium der Physik, 2; Elektrotechnisches Praktikum, mit einführender Vorlesung über Gleichstrom- und Drehstrommaschinen, 2; Anleitung zu selbständigen Arbeiten im technisch-physikalischen Institut, tägl. — **Ferrars**: Allgemeine Theorie und Praxis der Photographie, wissenschaftlich und künstlerisch, 4. —

Gattermann: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (mit Riesenfeld, Fromm, Meigen, Skita, Hess und Schwarz): a) für Chemiker, tägl. außer Sonnabend, b) für Nichtchemiker, halbtägig; Übungen im Experimentieren und Vortragen für künftige Lehrer der Chemie II (organisch) (mit Riesenfeld, Hess und Schwarz), 2 *g*; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Meyer**: Elektrochemie mit Demonstrationen, 2; Photographie mit praktischen Übungen und Demonstrationen, 2; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 2; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten, nach Verabredung. — **Riesenfeld**: Anorganische Technologie: Metallurgie, mit Exkursionen, 2; Seltene Erden, 1; Ionenlehre, 1; Elektrochemisches Praktikum, 2. — **Fromm**: Organische Experimentalchemie, 5; Repetitorium der anorganischen Chemie für Mediziner, 2, Repetition, 1. — **Meigen**: Qualitative Analyse, 3; Übungen im Bestimmen von Mineralien auf chemischem Wege: Einführung in die Mikro- und Spektralanalyse, 2. — **Skita**: Spezielle Kapitel und Methoden der organischen Chemie, für Vorgeschrittenere, 2; Seminar der organischen Chemie, 1. — **Madelung**: Moderne Theorien der organischen Chemie, 1. — **Schwarz**: Theorie der quantitativen Analyse, 1; Seminar (Repetitorium) für anorganische Chemie, für Chemiker und Lehramtskandidaten, 1; Chemie der radioaktiven Elemente, für Chemiker und Mediziner, 1. — **Hess**: Ausgewählte Kapitel der Alkaloidchemie II, 1; Einführung in die Kolloidchemie, für Chemiker und Nichtchemiker, 1. —

Heffter: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Analytische Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*. — **Stickelberger**: Differentialgleichungen, 3, Übungen, 1; Theorie der elliptischen Funktionen, 4, Übungen, 1. — **Bolza**: Theorie der bestimmten Integrale, 3, Übungen, 1 *g*. — **Loewy**: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1 *g*; Theorie der algebraischen Gleichungen, 4. — **Ansel**: Populäre Astronomie, 2; Geodäsie, 2; Neuere Methoden in der Himmelsmechanik, 2. — **Seith**: Darstellende Geometrie I, 2, Übungen, 2 *g*. —

Universität Giessen.

König: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Mathematiker und Naturwissenschaftler, 6, für Vorgeschrittene, nach Verabredung, für Chemiker, Mediziner, Pharmazeuten und Landwirte, 3; Leitung selbständiger physikalischer Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Fromme), 2; Die Grundlagen der Luftschiffahrt und der Flugtechnik (mit Cermak, Jentzsch, v. Liebig, Peppler, Sulze und Uller), 1. — **Fromme**: Elektromagnetische Theorie des Lichts, 2; Theoretisch-physikalische Übungen, 1; Meteorologie, 1. — **Uller**: Einführung in die Elektrotechnik, 1. — **Cermak**: Physikalisches Handfertigkeitspraktikum, 3, 6 oder 9; Mathematische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 1; Einführung in die Theorie der Quanten, 1. — **Peppler**: Meteorologische Optik, 1. — **Jentzsch**: Interferenz und Beugung, 1. —

Elbs: Organische Experimentalchemie, 5—6; Chemisches Praktikum, tägl., für Landwirte, tägl. außer Sonnabend; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner und Veterinärmediziner (mit Brand), 5; Übungen in Unterrichtsversuchen für Lehramtskandidaten (mit Brand), nach Verabredung *g*; Pharmazeutisch-chemische und Nahrungsmittelchemische Übungen (mit Feist), tägl. — **Schaum**: Physikalisch-chemisches Praktikum, tägl.; Physikalisch-chemische Übungen für Chemiker und Lehramtskandidaten, 3; Photographische Übungen, 3; Anorganische Experimentalchemie, 5—6; Physikalisch-chemisches Seminar, 2 *g*. — **Brand**: Chemische Technologie I: Technologie der anorganischen Stoffe, mit Exkursionen, 2. — **Feist**: Pharmazeutisch-chemische Präparate, organischer Teil, 3; Ausmittelung der Gifte: Chemische Toxikologie, 2. — **v. Liebig**: Grenzfragen der Chemie, 1 *g*. — **Thomae**: Kolloidchemie und Ultramikroskopie, 1; Pharmazeutische Geheimmittel und ihre Untersuchung, 1; Die Analyse von Erzen, Mineralien, Gesteinen und Wässern, 1; Kolloidchemisches und ultramikroskopisches Praktikum, tägl.; Kolloidchemische und ultramikroskopische Übungen, 2. —

Schlesinger: Über die Grundlagen der Elementarmathematik, 2; Analytische Geometrie des Raumes, 2, Übungen, 14tägig, $1^1/_2$; Einführung in die Funktionentheorie, 4; Mathematisches Seminar: Integralgleichungen, 14tägig, $1^1/_2$ *g*. — **Engel**: Differential- und Integralgleichung, 4, Übungen, 1; Zahlentheorie, 2; Differentialgeometrie (Fortsetzung), 2, Seminar, $1^1/_2$ *g*. — **Graßmann**: Gewöhnliche Differentialgleichungen, 4, Seminar, 14tägig, 1; Darstellende Geometrie I, 3, Übungen, 3. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Wärme, 3; Praktische Übungen im physikalischen Institut (mit Simon, Neubert, Rausch v. Traubenberg) für Mathematiker, Physiker, Chemiker und Naturwissenschaftler, 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. außer Sonnabend. — **Wiechert**: Vermessungswesen, theoretischer Teil: Geodäsie, Markscheidekunst, Nautik, Aeronautik, Rechnungsmethoden, 4; Geophysikalisches Praktikum, nach Verabredung *g*; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge über geonomische Fragen: Vermessungswesen, Geophysik, 1 *g*; Optik, 4. — **Prandtl**: Statik der Bauwerke: Analytische und graphische Statik, 3, Übungen, 2 *g*; Mechanikpraktikum I, für Anfänger (mit Kumbruch und Pohlhausen), 3, II, für Fortgeschrittene, 3; Selbständige Arbeiten auf dem Gebiete der Mechanik, einschließlich Aerodynamik und Wärmelehre, tägl. außer Sonnabend; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge über ausgewählte Fragen der Aerodynamik (mit Runge), 2 *g*. — **Simon**: Einführung in die Elektrotechnik, mit Demonstrationen, 2; Der Energieverkehr mit elektrischen Hilfsmitteln in Theorie und Praxis, 4; Elektrotechnisches Praktikum I und II, 3; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, tägl.; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge über ausgewählte Fragen der angewandten Elektrizität, 2 *g*. — **Born**: Mechanik, 4, Übungen, 2; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, mit Übungen, 3. — **Hertz**: Einführung in die Thermodynamik, 2. — **Reich**: Meßmethoden der drahtlosen Telegraphie, 1. — **Rausch v. Traubenberg**: Besprechung ausgewählter Kapitel der modernen Elektrizitätslehre als Einführung in das Elektronenpraktikum, 1; Zusammenhänge zwischen Elektrizität und Materie, 1. — **Debye**: Einführung in die Theorie des Planckschen Elementarquantums, 4. — **Winkler**: Übungen in physikalisch-technischer Handfertigkeit: Feilen, Metalldrehen, Gewindeschneiden, Löten, Holzbearbeitung, Glasblasen, Herstellung einfacher Apparate usw., 4. —

Wallach: Allgemeine Chemie I: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemische Übungen und wissenschaftliche Arbeiten (mit Mannich, Kötz, Borsche, Sielisch), Voll- und Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Kolloquium für Fortgeschrittene, 1 *g*. — **Tammann**: Physikalische Chemie II: Gleichgewichte in heterogenen Systemen, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum für Anfänger, 4 Wochen; Physikalisch-chemische Arbeiten, ganz- und halbtägig; Kolloquium, 1 *g*. — **Zsigmondy**: Anorganische Kolloide, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, 1; Praktikum der anorganischen Chemie und Kolloidchemie, ganz- und halbtägig. — **Kötz**: Analyse und Darstellung anorganischer Stoffe, 2; Die wichtigsten Synthesen organischer Verbindungen, 1; Chemisches Konversatorium, 1; Vorträge der Mitglieder über Fragen der anorganischen Chemie im chemischen Kolloquium, 1 *g*; Studienreise zur Kenntnis der chemischen Großindustrie, *g*. — **Mannich**: Nahrungsmittelchemie, $1^1/_2$; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, mit Experimenten, 4; Praktische Übungen in pharmazeutischer, toxikologischer und Nahrungsmittelchemie, für Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über pharmazeutische Chemie, 1 *g*. — **Coehn**: Anwendungen der

physikalisches Chemie auf technische Prozesse, 1; Photographisches Praktikum, für Anfänger und Fortgeschrittene, 3; Photochemische Arbeiten, ganz- und halbtägig. — **Borsche**: Chemie der Benzolderivate, 2; Chemische Technologie anorganischer Verbindungen I, 2. — **Sielisch**: Chemie der neueren Arzneimittel, 1; Chemische Besprechungen für Mediziner, im Anschluß an das chemische Praktikum, 2. — **Vogel**: Chemie der hohen Temperaturen, 1. —

Hilbert: Probleme und Prinzipienfragen der Mathematik, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge über die Struktur der Materie, 2 *g*. — **Runge**: Graphische Methoden, mit Übungen, 6. — **Landau**: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1; Mathematisch-physikalisches Seminar: Mathematische Übungen für höhere Semester, 1 *g*. — **Hartmann**: Photometrie der Gestirne, 1; Astronomisches Seminar, 2 *g*. — **Carathéodory**: Mechanik des Himmels, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar: Seminar über ausgewählte Fragen der Himmelsmechanik, 2 *g*. — **Ambronn**: Theorie und Praxis der astronomischen Meßinstrumente mit besonderer Berücksichtigung der mikrometrischen Apparate, 2; Astronomische Übungen für Anfänger und Lehramtskandidaten, 2 Vormittage; Leitung selbständiger astronomischer Arbeiten, für Fortgeschrittene, tägl. — **Bernstein**: Mathematische Statistik und Biometrika, 2; Versicherungsrechnung mit schriftlichen Übungen, 2; Mathematik der privaten und sozialen Versicherung, 2; Seminar für Versicherungswissenschaft: Vorträge der Mitglieder über ausgewählte Fragen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Mathematischen Statistik, 2 *g*. — **Hecke**: Kurven und Flächen, 4; Anwendungen der Funktionentheorie auf Algebra: Ikosaeder, 2. —

Universität Graz.

Benndorf: Experimentalphysik I, für Mediziner und Pharmazeuten, 4; Physik V: Schwingungsprobleme, für Vorgeschrittene, 2; Physikalische Übungen I für Chemiker und Naturhistoriker, 6 *g*, II, für Mathematiker und Physiker, 6 *g*; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend *g*; Physikalisches Konversatorium, 2 *g*. — **Wassmuth**: Thermodynamik und Wärmeleitung, 5; Übungen im Seminar für mathematische Physik, 3 *g*. — **Streintz**: Thermodynamische und osmotische Theorie des galvanischen Elementes, 2. — **Rosenberg**: Übungen in der Anstellung physikalischer Schulversuche, 3 *g*. — **v. Ficker**: Allgemeine Klimakunde, 2; Thermodynamik der Atmosphäre, 1; Luftelektrizität, 1; Wetterprognose, 1. —

Scholl: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger (mit Skrabal), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4, für Vorgeschrittene, tägl.; Stereochemie, 1 *g*. — **Kremann**: Physikalische Chemie V: Kolloidchemie, 2; Physikalisch-chemische Arbeits- und Meßmethoden, 3; Physikalisch-chemisches, Elektrochemisches und Metallographisches Praktikum für Vorgeschrittene, tägl. — **Skrabal**: Pharmazeutische Chemie, 4; Analytische Chemie, 1; Praktikum aus anorganischer und analytischer Chemie, für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend. — **v. Hemmelmayr**: Chemische Fabrikindustrie organischer Stoffe mit Exkursionen, 2; Experimentierübungen (chemische Schulversuche), für Lehramtskandidaten, 2. — **Rich. Weitzenböck**: Chemie der Benzolderivate, 2. —

v. Dantscher: Differentialrechnung (Fortsetzung), Integralrechnung, 5; Mathematisches Seminar, 2. — **v. Dublebsky**: Algebra, 3; Zahlentheorie, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Streissler**: Darstellende Geometrie I: Orthogonale Projektion, 3. — **Roland Weitzenböck**: Mengenlehre, 2 *g*. — **Hillebrand**: Theoretische Astronomie, 3; Das Dreikörperproblem, 1; Theorie der astronomischen Instrumente, 1; Kalendariographie, 1 *g*. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, $3^1/_2$; Elektrotechnische Übungen: Praktische Messungen, 8; Enzyklopädie der Elektrotechnik, 2. — **Streintz**: Physik für Chemiker: Mechanik, Optik und Wärmelehre, 5, für Geodäten: Mechanik und geometrische Optik, 5. —

Emich: Anorganische Chemie, 7; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene; Anleitung zur mikrochemischen Analyse, nach Verabredung. — **Andreasch**: Laboratoriumsunterricht und Übungen in der qualitativen chemischen Analyse I, 14; Chemische Technologie der organischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der Darstellung organisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **B. Reinitzer**: Quantitative chemische Analyse I, 1, Seminar, 2; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der quantitativen chemischen Gewichtsanalyse, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 4, Laboratoriumsunterricht und Übungen, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, für Vorgeschrittene, nach Verabredung. — **v. Cordier**: Ausgewählte Kapitel aus der Stereochemie, 1. — **Kremann**: Die Anwendung der physikalisch-chemischen Theorien in der analytischen Chemie, 2. — **v. Hemmelmayr**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. —

Hocevar: Mathematik I A.: Algebra und Analysis, I B.: Analytische Geometrie, 6, Übungen (mit Weitzenböck), 2. — **Weitzenböck**: Elemente der höheren Mathematik, 4; Einführung in die Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichsrechnung, 1. — **v. Peithner**: Mathematik II, a) Geometrie, b) Integralrechnung, c) Differentialgleichungen, 4, Übungen (mit Weitzenböck), 2. — **Schüßler**: Darstellende Geometrie, 5, Repetitorium, 2, Übungen, 6, Seminarübungen, Unter- und Oberseminar, 2; Projektive Geometrie I, 3, Übungen, 3; Verwendung konjugiert imaginärer Elemente in der Geometrie, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik I, 4, Übungen, 3 und 2; Die Mechanik auf Grund der Vektorenrechnung, 2; Technische Mechanik I, 4. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie, 4; Elemente der niederen Geodäsie, 4; Geodätische Zimmerübungen, $1^1/_2$ und 2; Höhere Geodäsie, 4; Geodätisches Seminar, 6. —

Universität Greifswald.

Mie: Experimentalphysik II: Elektrizitätslehre, Optik, 5; Physikalische Übungen für Naturwissenschaftler, 6; Erläuterungen zum physikalischen Praktikum, 1 *g*; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Handfertigkeitsübungen (mit Herweg), 2; Besprechung neuerer physikalischer Arbeiten (mit Starke), 2 *g*. — **Starke**: Theorie der Wärme, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Herweg**: Spektroskopie: Herstellung leuchtender Gase und Dämpfe, Spektroskope, Interferenzmethoden, normaler Zeemaneffekt und Dopplereffekt, Natur der Spektra, 2. —

Dimroth: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum: a) Anorganische Abteilung, b) organische Abteilung (mit Posner), c) für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker (mit Scholtz), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4, Erläuterungen, $^1/_2$ *g*. — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie (anorganisch), 3; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. — **Roth**: Physikalische Chemie II: Elektrochemie, 2; Qualitative Analyse, 2; Physikalisch-chemische Übungen, $3^1/_2$ oder $7^1/_2$; Besprechung ausgewählter physikalisch-chemischer Arbeiten, 1 *g*. — **Posner**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Chemische Technologie II: Technologie der organischen Stoffe, 2; Exkursionen zur Besichtigung chemischer Fabriken, nach Verabredung *g*. —

Vahlen: Differential- und Integralrechnung I, 4; Kinematik und Mechanismen, 1; Mathematisches Seminar (mit Hausdorff und Thaer), 2 *g*. — **Hausdorff**: Ge-

wöhnliche Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*; Anwendungen der elliptischen Funktionen, 2. — **Thaer**: Darstellende Geometrie, mit Übungen, 6; Grundlagen der Analysis, 2. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Theorie der Elastizität, 2 *g*; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Halbpraktikum, 3, c) Arbeiten von Geübten, tägl. — **Schmidt**: Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, ganztägig; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Wigand**: Grundzüge der Elektronenlehre, 1; Physikalisches Handfertigkeitspraktikum, 3. — **Thiem**: Praktische Photographie, 2. —

Vorländer: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit H. Schulze), 4; Übungen in der Ausführung chemischer Schulversuche, 4 *g*. — **Erdmann**: Chemische Technologie III: Chlornatrium, Kalisalze, Elektrolyse, Glas, Keramik, Explosivstoffe, Verarbeitung organischer Rohstoffe, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in Gasanalyse, Heizwertbestimmung und technischer Analyse, 4. — **Schulze**: Darstellung und Prüfung der Arzneimittel II, 2; Die wichtigeren Alkaloide, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Pharmazeuten, tägl. außer Sonnabend. — **Baumert**: Gerichtliche Chemie, 2; Einführung in die gerichtlich-chemische Analyse, 1 *g*; Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, tägl. außer Sonnabend; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 3. — **Tubandt**: Grundzüge der physikalischen Chemie, 3; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, Kleines Praktikum, 6. — **Beschke**: Spezielle Kapitel der organischen Chemie, 1 *g*. —

Wangerin: Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf Raumkurven und Flächen: Differentialgeometrie, 4; Sphärische Trigonometrie und Anwendungen derselben, 2; Übungen des Mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Gutzmer**: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Theorie der analytischen Funktionen, 3; Übungen des Mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Buchholz**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Theorie der Ausgleichung der Beobachtungsfehler: Methode der kleinsten Quadrate, 1; Theorie der speziellen Störungen, 2. — **Bernstein**: Die Dampfkraftmaschinen, mit Exkursionen, 1. — **Pfeiffer**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4. —

Technische Hochschule Hannover.

Precht: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Schall, strahlende Energie, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik, für Elektroingenieure und Chemiker, 4; Grundzüge der Physik, 3; Praktische Physik, 2. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium (mit Beckmann, Ilmer und Hölter) I, 8, II, 16, III, für Maschineningenieure, 8; Elektrotechnisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Heim**: Elektrische Anlagen I: Einzelanlagen (mit Schellbach), 3, Übungen, 2; Entwerfen von elektrischen Maschinen und Transformatoren (mit Schellbach), 2, Übungen, 2; Telegraphie und Telephonie, 2; Elektrische Bahnen, Elektrotechnischer Teil, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger II, 1; Elektrotechnische Meßkunde I 2, 2; Elektrische Apparate, 1 *g*. — **Humann**: Elektrische Kabel und ihre Verlegung, 1 *g*. —

Seubert: Anorganische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, Seyboth und Sauermilch), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Analytische Chemie, 3. — **Behrend**: Organische Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Ingebrigtsen und Nottbohm), tägl. außer Sonnabend. — **Ost**: Grundzüge der chemischen Technologie, 2; Allgemeine chemische Technologie, 4, Übungen im Skizzieren, 2; Arbeiten im Laboratorium der technischen Chemie (mit Matthies), tägl. außer Sonnabend. — **Bodenstein**: Physikalische Chemie, 3; Elektrochemische Übungen (mit Braune), 4; Arbeiten im elektrochemischen Institut (mit Braune), tägl.; Übungen in der Elektroanalyse (mit Braune), 7. — **Jänecke**: Unsere Kalilager, 1; Die Physikalische Chemie der heterogenen Gleichgewichte: Phasenlehre, 1. —

Kiepert: Höhere Mathematik I (mit Prange), 6, Übungen, 2, Repetition, 1, III, 2; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Zahlentheorie, 3. — **Müller**: Höhere Mathematik II A (mit Prange), 6, Übungen, 2; Geschichte der technischen Mechanik seit Galilei, 1; Algebra: Theorie der algebraischen Gleichungen, 2; Mathematisches Seminar (mit Rodenberg), 2 *g*; Grundzüge der höheren Mathematik, 3, Übung, 1. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Richter, Morin und Ackerhans) II, 3, Übungen, 6. — **Petzold**: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 3. — **Oertel**: Geodäsie I: Praktische Geometrie (mit Petzold), 4, Übungen, 2. — **Wilke**: Mechanik I: Grundzüge der Mechanik (mit Pfadt und Kammüller), 3, Übung, 1. — **Oesterlen**: Mechanik II: Dynamik und Hydrodynamik, 4, Übung, 1. —

Universität Heidelberg.

Lenard: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Praktikum (mit Becker und Baerwald), 6; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener im physikalischen und radiologischen Institut (mit Becker, Ramsauer und Baerwald), tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Seminar und Kolloquium, 1 *g*. — **Becker**: Theoretische Mechanik der starren und deformierbaren Körper, 4; Theoretisch-physikalische Übungen, 1 *g*. — **Ramsauer**: Radiologie, Theorie der Kathodenstrahlen, mit Demonstrationen, 1½. — **Baerwald**: Ausgewählte Kapitel aus der neueren Atomistik, 1. — **Mertens**: Einführung in die Maschinen- und Elektrotechnik, mit Exkursionen, 2 *g*. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene, mit Exkursionen, 2. —

Curtius: Experimentalchemie II: Organische Verbindungen, Metalle, 6; Chemisches Praktikum für Anfänger und für Geübtere in anorganischer, organischer, physikalischer, analytischer und pharmazeutischer Chemie (mit Jannasch, Knoevenagel, Trautz, Stollé, Ebler, Muckermann und Müller), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, halbtägig. — **Jannasch**: Gewichtsanalyse, 2; Chemische Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1; Gasanalytisches Praktikum (mit Ebler), 4; Analytisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel (mit v. Mayer), 5. — **Knoevenagel**: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2; Praktische Anwendung organischer Farbstoffe in der Färberei und Druckerei, 4—6 Wochen. — **Trautz**: Physikalische Chemie I: Elektrochemie, Thermochemie I, Konstitution der Materie, 3; Photochemie III: Theoretische Grundlagen aus der Molekular- und Dispersionstheorie, 2; Einführung in das physikalisch-chemische Praktikum, 1 *g*; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 2 *g*; Anwendungen der physikalischen Chemie in anderen Naturwissenschaften: Petrographie, Geologie, Medizin, 1; Praktische Einführung in die physikalische und Elektrochemie, 4—6 Wochen. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Anfängerpraktikum, 5 oder 3 Halbtage; Chemisches Praktikum, 4 Wochen. — **Stollé**: Qualitative Analyse, 2; Pharmazeutische Chemie II: (organisch), 3. — **Mohr**: Stereochemie, 1. — **Ebler**: Radioaktivität und radioaktive Substanzen, 1; Kolloquium über anorganische und analytische Chemie, 1; Gasanalyse und Gasvolumetrie, 1, Übungen, 2. — **Muckermann**: Analytische Methoden offizineller Arzneimittel, 2; Wasser- und

Harnanalyse, 2. — **Müller**: Heterozyklische Verbindungen, 1; Die atmosphärische Luft und ihre Bestandteile, 1. —

Stäckel: Höhere Algebra II, 2; Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1; Mathematisches Oberseminar (mit Perron), 2. — **Wolf**: Spektralanalyse, 3 *g*. — **Perron**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1; Elliptische Funktionen, 3. — **Koenigsberger**: Über Irreduktibilität in der Algebra der Funktionenlehre und Theorie der Differentialgleichungen, 2 *g*. — **Koehler**: Zahlentheorie, 2. — **Vogt**: Synthetische Geometrie mit Übungen, 4; Variationsrechnung: Theorie der Maxima und Minima, 2. — **Kopff**: Theorie der Rotation der Erde, 1. — **Bopp**: Potentialtheorie, 2. —

Universität Innsbruck.

v. Schweidler: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6, für Mediziner, 2 *g*; Wissenschaftliche Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **v. Lerch**: Physik für Pharmazeuten, 5. — **Tumlirz**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2. — **Hammerl**: Elektrotechnik II: Über die Eigenschaften der Wechselströme, über Transformatoren und Wechselstrommaschinen, 2 *g*. — **Exner**: Meteorologie, 2; Atmosphärische Optik und Akustik, 2; Ergebnisse der modernen Aerologie (Konversatorium), 1. —

Brunner: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend, für Lehramtskandidaten, halbtägig; Chemische Übungen für Mediziner, 6. — **Hopfgartner**: Kolloidchemie, 2; Über Katalyse, 1; Gasanalyse, 1. — **Zehenter**: Chemische Technologie der Metalle, 2 *g*. —

Gmeiner: Funktionentheorie, 3; Doppelintegrale, 2; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Zindler**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, mit Übungen, 6; Mathematisches Seminar für Anfänger: Einführung in die Differentialrechnung, 1 *g*. — **Menger**: Darstellende Geometrie II, 2 *g*; Zeichenübungen, 1 *g*. — **Prey**: Astromechanik, 3; Das Fixsternsystem, 2. —

Universität Jena.

Wien: Experimentalphysik II: Elektrizität und Magnetismus, Optik, 4; Physikalisches Praktikum für Mathematiker und Physiker, 6, für Chemiker, Pharmazeuten, Mediziner, 4; Physikalisches Kolloquium, 1 *g*; Leitung physikalischer Spezialuntersuchungen (mit Straubel und Pauli), tägl. — **Auerbach**: Thermodynamik, 4; Schwingungen, Wellen und Strahlen in der modernen Physik, 2; Das Wesen der Materie, 1. — **Straubel**: Geometrische Optik, 1. — **Ambronn**: Einleitung in die Theorie des Mikroskops, 2; Übungen in der Handhabung des Mikroskops und seiner Nebenapparate, 2; Mikrophotographie und Projektion, 1; Kolloquium über wissenschaftliche Mikroskopie, *g*. — **N. N.**: Experimentalphysik für Fortgeschrittene IV: Elektrizität, Optik, 2; Praktikum für Fortgeschrittene, 4. — **Vollmer**: Einführung in die Gleich- und Wechselstromtechnik, mit Exkursionen, 2; Elektrotechnisches Praktikum, 2; Praktikum für Fortgeschrittene, tägl., Anwendung der Technik in der Landwirtschaft mit Exkursionen, 1. — **Pauli**: Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität, 1. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Wolff): a) Vollpraktikum, 30, b) Halbpraktikum, 15, c) Mediziner-Vollpraktikum, 6, d) Mediziner-Halbpraktikum, 3; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium und Anleitung zu chemischen Spezialuntersuchungen (mit Schlenk und Schneider), 40. — **Wolff**: Analytische Chemie, 3; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Immendorff**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 3, II: Tierernährungslehre, 2; Grundzüge der organischen Chemie für Landwirte, 1; Großes und kleines chemisches Praktikum für Landwirte; Agrikulturchemisches Seminar, für Fortgeschrittene, 14tägig, 2 *g*. —

Vongerichten: Chemische Technologie, organischer Teil: Farbstoffe und Brennstoffe, 2; Technisch-chemisches Praktikum; Chemischer Kursus für Nationalökonomen. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie I: Anorganische Chemie, 3; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Untersuchung und Darstellung chemisch-pharmazeutischer Präparate, Ausmittelung der Gifte; Praktische und theoretische Übungen aus dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie. — **Marc**: Grundlagen der physikalischen Chemie I, 2; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum, 3; Anleitung zum selbständigen Arbeiten auf physikalisch-chemischem Gebiete; Chemisches und physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Schlenk und Schneider). — **Schlenk**: Chemie der Fettreihe, 2. — **Schneider**: Stereochemie, 1. —

Haußner: Differential- und Integralrechnung II, mit Übungen, 5; Analytische Geometrie des Raumes, 4, Proseminar, 2; Zahlentheorie, 5; Mathematisches Seminar, 1. — **Koebe**: Theorie der analytischen Funktionen, 5, Seminar, 14tägig, 2. — **Frege**: Analytische Mechanik, 4; Begriffsschrift, 1 *g*. — **Knopf**: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Methode der kleinsten Quadrate, 3; Störungstheorie, 2; Mathematische Geographie, 2. — **Winkelmann**: Darstellende Geometrie I, mit Übungen, 3; Graphische Statik, 3. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Physik, 4, Ergänzende Demonstrationen, 2; Physikalisches Laboratorium, 6; Seminar für Experimentalphysik, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten im physikalischen Laboratorium, nach Verabredung. — **N. N.**: Einführung in die mathematische Physik, 3; Repetitorium der Physik, 2; Luftschiffahrt und Flugtechnik, 2. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum, mit Vorträgen über die Theorie der photographischen Vorgänge, für Anfänger und Vorgeschrittene, 2. — **Schultheiß**: Meteorologie: Klimatologie, 1. — **Richter**: Elektromaschinenbau I: Grundlagen, Gleichstrommaschinen, Transformatoren, 5; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II, 6, für Vorgeschrittene, einschließlich Hochfrequenzmessungen und drahtlose Telegraphie (mit Schleiermacher, Schwaiger und Hausrath), 8; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen, nach Verabredung. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 3; Theoretische Elektrizitätslehre, 3; Elektrotechnisches Laboratorium I, 6. — **Schwaiger**: Elektromotorische Betriebe, einschließlich Bahnen, 2; Elektrische Kraftwerke und Schaltanlagen, 2; Schalt- und Regulierapparate, 1; Nichtstationäre elektrische Vorgänge und Hochspannungserscheinungen, 1; Übungen zu den vier Vorlesungen, 2; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 2; Übertragung und Verteilung elektrischer Energie: Leitungen, 2, Übungen, 2; Energieversorgung des Landes, 1; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen. — **Thomälen**: Theorie der Wechselströme, 2, Übungen, 2. — **Hausrath**: Drahtlose Telegraphie, 2; Schwachstromtechnik, 2. — **Michelmann**: Automobil-, Luftschiff- und Flugzeugmotorenbau, 1. —

Engler: Anorganische Experimentalchemie, 4; Organisch-chemisches Kolloquium (mit Franzen), 1; Spezielle Kapitel der allgemeinen Chemie, 1; Chemisches Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Bredig**: Physikalische Chemie I, 2; Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, 3; Physikalisch-chemisches und elektro-chemisches Kolloquium für Vorgeschrittene, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs, mit einleitenden Vorträgen. — **Bunte**: Chemische Technologie I, 2, II, 2; Metallurgie, 1; Brennstoffe und industrielle Feuerungen, 1; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), 4 und 3, für Vorgerücktere, tägl.; Gaschemische Übungen, 2; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Technologische Exkursionen. — **Franzen**: Orga-

nische Chemie II, 2; Besprechung neuerer Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, 1. — **Askenasy**: Prozesse der elektrochemischen Großindustrie II und Bau und Betrieb der Akkumulatoren, 2. — **Dieckhoff**: Organisch-pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2, Übungen (mit Bunte), 4; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, 1, Übungen (mit Bunte), 3; Spezielle Technologie der Gasbeleuchtung I, 1, Übungen, 4. — **Fajans**: Kolloidchemie, 2. — **Koenig**: Analytische Chemie II: Physikalisch-chemische Grundlagen der Analyse, 2. — **Reis**: Photochemie I: Strahlungslehre, 2. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen, 2. — **N. N.**: Chemie der Faserstoffe und Farbstoffe I, 2, Übungen (mit Lindner), 2. — **Steinkopf**: Methoden der organischen Chemie, 1; Chemie der heterozyklischen Verbindungen I, 1. — **Terres**: Chemie der Gase, 2. — **Ubbelohde**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 2. —

Disteli: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Fueter**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Heun**: Mechanik I, 4, Übungen, 2; Mechanisches Seminar, 3 *g*. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 3; Elliptische Funktionen, 2. — **Haupt**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 2; Arithmetik und Algebra, 2, Übungen, 1; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2, Übungen, 1. — **Noether**: Elemente der Mechanik, 3, Übungen, 1; Elastizitätstheorie, 2. — **N. N.**: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes I, 2, Übungen, 1. — **Haid**: Praktische Geometrie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Geodätisches Praktikum I, 2, III, 3; Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Bürgin**: Katastervermessung II: Feldbereinigung, 2, Übungen, 4; Repetitorium der praktischen Geometrie, 2; Plan- und Terrainzeichnen, 2 und 4; Ausarbeitung der großen geodätischen Exkursion, 2. — **Stutz**: Organisation der Katastervermessung, 2, Übungen, 1. —

Universität Kiel.

Dieterici: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Praktikum, a) für Mediziner und Pharmazeuten, 3, b) für Naturwissenschaftler und Mathematiker, 8, c) für Fortgeschrittene, tägl.; Seminarübungen in thermodynamischen Berechnungen, 1 *g*. — **Weber**: Einleitung in die theoretische Physik: Analytische Mechanik und Optik, 4; Theorie physikalischer Meßapparate, 1, Übungen, nach Verabredung; Photometrie, 1; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend. — **Zahn**: Kinetische Gastheorie, 1. — **Martienssen**: Physikalische Grundlagen der Flugtechnik, 1. — **Schmidt**: Praktische Übungen in der Ausführung von Demonstrationsversuchen im physikalischen Schulunterricht, 2. —

Harries: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum I, anorganische Abteilung (mit Mumm), tägl. außer Sonnabend, II, organische Abteilung, tägl.; Chemische Gesellschaft: Vorträge über neue Arbeiten auf allen Gebieten der Chemie (mit Rügheimer, Feist, Mumm, Preuner, Stark, Horrmann und Freudenberg), 2 *g*. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, 3; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. — **Berend**: Kolloquium der organischen Chemie, 1 *g*; Repetitorium der organischen Chemie, 3/4. — **Feist**: Technologie der Kohlehydrate, Gärungsgewerbe, Sprengstoffe und Riechstoffe, 1; Chemische Großindustrie, 1. — **Stoehr**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Preuner**: Einführung in die physikalische Chemie, 2; Elektroanalytische Übungen, 2 Wochen. — **Mumm**: Chemie der Metalle, 3. —

Pochhammer: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Funktionentheorie, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Harzer**: Sphärische Astronomie, 3; Übungen im numerischen Rechnen, 1 *g*. — **Jung**: Differentialgleichungen der Physik, 8; Differentialgeometrie, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **Kobold** Methode der kleinsten Quadrate, 2, Übungen, nach Verabredung *g*. — **Toeplitz**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Mengenlehre und Reihenentwicklungen, 3. — **Wilkens**: Ausgewählte Kapitel der Stellarastronomie, 1. — **Neuendorff**: Synthetische Geometrie, 2; Darstellende Geometrie II, mit Zeichenübungen, 3; Übungen und Vorträge aus der angewandten Mathematik, 1 *g*. —

Bergakademie Klausthal.

Valentiner: Experimentalphysik I: Mechanische Grundbegriffe, Mechanik starrer, flüssiger, gasförmiger Körper, Wellenlehre, einschließlich Akustik, Elektrizität und Magnetismus, 5; Physikalisches Praktikum, 3. — **Wallot**: Physikalisches Repetitorium, 2. —

Biltz: Allgemeine Chemie I: Chemie der Nichtmetalle, Grundzüge der organischen Chemie, 3; Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie: Molekulartheorie, Thermochemie, 2; Lötrohrprobieren mit Übungen I, 3; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium (mit Mecklenburg), tägl. — **Mecklenburg**: Einführung in die Elektrochemie und Elektroanalyse, mit Übungen, 3; Kolloquium über anorganische Chemie, 2. —

Mohrmann: Höhere Mathematik und analytische Mechanik I, mit Übungen, 6; Darstellende Geometrie I, mit Übungen, 4. — **Gehrke**: Markscheidekunde, mit Übungen I, 6; Abriß der Markscheidekunde, 2. — **Thomé**: Markscheiderisches Zeichnen I, 2; Ausgleichungsrechnung, 4. —

Universität Königsberg.

Kaufmann: Experimentalphysik II: Optik, Elektrizität, 5, Ergänzungen, 1 *g*; Physikalische Übungen für Physiker und Mathematiker, 6; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*. — **Volkmann**: Theorie der Wärme, 4, Übungen und Ergänzungen, 1 *g*; Mathematisch-physikalisches Laboratorium: a) Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6, b) Leitung großer spezieller Arbeiten, ganztägig. — **Hoffmann**: Einführung in die Experimentalphysik II: Elektrizität und Magnetismus, 2. —

Klinger: Anorganische und allgemeine Chemie, 4; Besprechung neuer Arbeiten (mit Blochmann, Eisenlohr und Sonn), 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner, 2 Nachmittage; Übungen im Laboratorium (mit Blochmann und Eisenlohr), tägl. außer Sonnabend. — **Stutzer**: Physiologie der Ernährung, 1 *g*; Technologie der Kohlehydrate: Fabrikation von Zucker, Alkohol, Stärke usw., 2; Fütterungslehre, 2; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Praktische Übungen für Nahrungsmittelchemiker (mit Goy), tägl. außer Sonnabend. — **Rupp**: Pharmazeutische Chemie: Alifatische Reihe, 2; Methoden der Nahrungsmittelprüfung, 1; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-wissenschaftliches Kolloquium, 1 *g*. — **Blochmann**: Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Technische Chemie der Metalle, 1 *g*. — **Eisenlohr**: Spektralanalyse, 1; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, zugleich Einführung in die physikalische Chemie (mit Rießer), 3; Grundlagen der allgemeinen Chemie, 1 *g*. — **Sonn**: Chemie der hydroaromatischen und heterozyklischen Verbindungen, 2; Färbereipraktikum, 3. —

Meyer: Integralrechnung, mit Übungen, 4; Differentialgeometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Mathematische Gesellschaft (mit Boehm), 1 *g*. — **Battermann**: Einleitung in die Mechanik des Himmels, 2; Interpolation und numerische Integration mit Anwendung auf die Berechnung spezieller Störungen, 1 *g*. — **Boehm**: Analytische Geometrie II, mit Übungen, 4; Variationsrechnung und ihre Anwendung auf geometrische und mechanische Probleme, mit Übungen, 3; Seminar, 1 *g*. — **Kaluza**: Angewandte Mathematik IV: Graphische Statik, mit Übungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Elementargeometrie, 2. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Licht, 5, Mathematische Ergänzungen, 1; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Scholl und Füchtbauer), tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Füchtbauer), 3, 6 oder 9, für Mediziner und Pharmazeuten (mit Scholl und Füchtbauer), 3; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Thermodynamik, 4; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Fredenhagen), tägl. — **Bjerknes**: Dynamik elastisch-fester Körper und reibender Flüssigkeiten, mit Anwendungen auf die Bewegungen der Atmosphäre, des Meeres und der festen Erde, 2; Selbständige Arbeiten im Geophysikalischen Institut, für Vorgeschrittene (mit Wenger), tägl.; Aerologisches Praktikum (mit Wenger), 6; Praktische Einführung in graphisch-mathematische Methoden, mit Anwendungen (mit Wenger), 6; Geophysikalisches Kolloquium (mit Wenger), 2 *g*. — **v. Oettingen**: Das duale Harmoniesystem und die Theorie der reinen Stimmung, 2. — **Fischer**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften: Differential- und Integralrechnung, 3; Über die Wirkung der Muskeln, 1. — **Scholl**: Experimentalphysik für Zahnärzte, 3. — **Marx**: Entladung der Elektrizität in Gasen, 2. — **Fredenhagen**: Maxwellsche Theorie auf experimenteller Grundlage, 2. — **Haas**: Geschichte der Physik von ihren Anfängen bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, 2 *g*; Selbständige geschichtlich-physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene, nach Verabredung *g*. — **Jaffé**: Das Relativitäts-Prinzip, 1. — **Lilienfeld**: Röntgenstrahlen und ihre Erzeugung, sowie physikalische Grundlagen ihrer Anwendung in der Medizin, 1 *g*. — **Füchtbauer**: Pädagogisch-physikalisches Praktikum, für Lehramtskandidaten, 3. — **Donner**: Handfertigkeitsunterricht in der Institutswerkstätte, 3. —

Hantzsch: Organische Experimentalchemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Schaefer), tägl.; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit Schaefer), 6 *g*; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum mit Sterilisier-Kurs (mit Schaefer), tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner und Zahnärzte (mit Schaefer), 6; Organisch-chemisches Vollpraktikum (mit Reddelien), tägl.; Chemisches Vollpraktikum für Fortgeschrittene (mit Stobbe, Rassow, Schaefer und Reddelien), tägl. — **Le Blanc**: Physikalische Chemie I, ausschließlich Elektrochemie, 4; Chemisches Praktikum, analytische und präparative anorganische und organische Arbeiten (mit Volmer), tägl.; Physikalisch-chemisches, elektrochemisches, photochemisch-photographisches (mit Weigert), kolloidchemisches (mit Ostwald)Praktikum, tägl.; Physikalisch-chemischer Einführungskurs, auf Wunsch Darstellung elektrochemischer Präparate (mit Schall), 4 oder 8; Photochemische Übungen (mit Weigert), 4; Kolloidchemische Übungen (mit Ostwald), 4 oder 8; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Weigert, Schall, Böttger, Drucker und Volmer), 1½ *g*. — **Paal**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum, analytisch, anorganisch und organisch (mit Deußen, Scheiber, Sieverts und Waentig), tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie (mit Deußen und Waentig), tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum (mit Deußen und Scheiber), tägl.; Chemisches Praktikum für Mediziner und Zahnärzte (mit Waentig), 6, für Vorgerücktere (mit Heller, Deußen, Scheiber, Sieverts, Waentig), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl. — **Stobbe**: Spezielle organische Chemie, a) Die heterozyklischen Verbindungen, mit besonderer Berücksichtigung der Farbstoffe, 1, b) Mehrkernige aromatische Verbindungen (Gruppe des Diphenyls, der Polyphenylmethane, des Naphthalins, Anthracens usw.), 1. — **Wagner**: Einführung in die Chemie auf physikalischer Grundlage, 1 *g*; Die Umwandlung der Stoffe, 1; Chemisches Praktikum für Lehrer: Schulversuche, Analyse und Präparate, tägl.; Didaktische Besprechungen, für Lehrer: Elektrochemie, 1 *g*. — **Rassow**: Chemische Technologie, organische Betriebe: Zucker, Stärke, Gärungsgewerbe, Fette und Öle, 2, Exkursionen, *g*; Chemisch-technologisches Praktikum, ganz- oder halbtägig; Die industrielle Verwertung der Tierstoffe: Fette, Milch, Leder, Knochen, 1½ *g*. — **Weigert**: Allgemeine Photochemie, 2. — **Schall**: Ausgewählte Kapitel der elektrochemischen Technik I, 1. — **Böttger**: Seminaristische Behandlung grundlegender Arbeiten aus dem Gebiete der physikalischen und anorganischen Chemie, *g*. — **Heller**: Allgemeine und technische Chemie, organischer Teil, 2. — **Drucker**: Chemisches Rechnen, mit Übungen, 1. — **Deußen**: Qualitative Analyse, 1; Übungen im Sterilisieren für Pharmazeuten, nach Vereinbarung. — **Scheiber**: Arzneimittelprüfung, 2; Chemisches Seminar (mit Sieverts und Waentig), 2 *g*. — **Sieverts**: Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, mit besonderer Berücksichtigung neuer technischer Prozesse, 1. — **Ostwald**: Experimentelle Kolloidchemie, mit Berücksichtigung der Biologie, 2. — **Waentig**: Nahrungsmittelchemie, 2. — **Schaefer**: Spezielle anorganische Chemie unter Berücksichtigung neuerer Forschungen, mit Demonstrationen I, 2; Die Wandlung des Atombegriffs, 1 *g*. — **Reddelien**: Das Physikalisch-Chemische in der praktischen organischen Chemie, 1. — **Volmer**: Spektralanalyse, 1. —

Hölder: Elliptische Funktionen, 4; Einführung in die Theorie der algebraischen Gleichungen, 2; Übungen in Funktionentheorie, für Vorgeschrittene, 2 *g*. — **Bruns**: Instrumentenkunde, 4; Fehlertheorie und Ausgleichungsrechnung, 2; Praktische Analysis, 2; Praktische Arbeiten in der Sternwarte, *g*. — **Rohn**: Differentialgeometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geometrie II, 2, Übungen, 2. — **Herglotz**: Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 1 *g*; Analytische Geometrie des Raumes, 3. — **N.N.**: Mechanik, 4, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Partielle Differentialgleichungen, mit besonderer Berücksichtigung der Potentialtheorie, 2; Moderne Funktionentheorie: Konforme Abbildung und Uniformisierung, 2. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feußner und Schulze), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feußner**: Theoretische Physik: Wärme, 4; Theoretisch-physikalisches Seminar, 2 *g*. — **Schulze**: Elastizitätstheorie, 2. — **Take**: Drahtlose Telegraphie und Telephonie mit Experimenten und Demonstrationen auf der radiotelegraphischen Station, 1; Repetitorium der Experimentalphysik mit elementarmathematischen Übungen II, 1. —

v. Auwers: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Seminar, 14tägig, 2 *g*; Chemisches Praktikum (mit Fries), tägl. außer Sonnabend, für Vorgerückte, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Strecker), tägl. außer Sonnabend; Praktikum: Praktisch-chemischer Kursus für Mediziner (mit Strecker), 3½, theoretische Einführung mit Demonstrationen, ½. — **Schmidt**: Über die Ausmittlung von Giften, 1 *g*; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbständige chemische Arbeiten (mit Keller). — **Thiel**: Physikalische Chemie II, 3; Theoretische Übungen über ausgewählte Kapitel der physikalischen Chemie, 1 *g*; Physikalisch-chemisches Praktikum, 6; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, tägl.; Photochemisches und photographisches Praktikum, für Anfänger und Fortgeschrittene (mit Stuchtey), 2. — **Fries**: Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, 3; Chemisches Kolloquium, 2 *g*; Chemisches Repetitorium für Mediziner: Anorganische Chemie, 1. — **Reißert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 1. — **Strecker**: Qualitative Analyse, 2; Konstitution anorganischer Verbindungen, 1; Repetitorium der anorganischen Chemie, 2. — **Keller**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, spezieller Teil, 2; Prüfung von Arzneimitteln II:

Organische Präparate (Kolloquium mit Übungen), 1; Übungen im Sterilisieren, 2. — **Flade**: Chemische Technologie mit Demonstrationen und Exkursionen, 2; Kolloidchemie, 1; Gasanalytisches Praktikum, 3. —

Hensel: Elementare Zahlentheorie, 4; Anwendung der Differential- und Integralrechnung auf die Geometrie, 2; Über die Transcendenz von e und π, 1; Mathematisches Seminar: Über Determinanten von unendlich hoher Ordnung und die linearen Integralgleichungen, 1 *g*. — **Neumann**: Höhere Funktionentheorie, 3; Einführung in die Theorie der partiellen Differentialgleichungen, 3; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **v. Dalwigk**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes II, 2; Höhere Kapitel aus der darstellenden Geometrie, mit Übungen, 2; Aus der Theorie des numerischen Rechnens, 1 *g*; Repetitionen und Übungen zur Differential- und Integralrechnung, 2. — **Wegener**: Astronomische Orts- und Zeitbestimmung für Forschungsreisende, 1, Praktische Übungen, nach Verabredung. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Licht, 5; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Praktische Übungen im Physikalischen Laboratorium (mit Koch und Wagner), 4. — **Sommerfeld**: Elektrodynamik: Maxwellsche und Elektronentheorie, 4; Übungen zur Maxwellschen Theorie, 2 *g*; Zeeman-Effekt und Spektrallinien, 1. — **Graetz**: Experimentalphysik I: Einleitung, Wärme, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum: a) Übungen in physikalischen Messungen, 4, b) Übungen in physikalischen Demonstrationen, 4; Einleitung in die theoretische Physik I, 3; Anleitung zu selbständigen Arbeiten aus der Physik, nach Verabredung *g*. — **Koch**: Wirkungsweise und Gebrauch des Mikroskops mit besonderer Berücksichtigung der Mikrophotographie, 1. — **Donle**: Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichtes, 2. — **Schmauß**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 4. — **Wagner**: Über die verschiedenen Wege zur Bestimmung der Atomdimensionen mit Experimenten, 1. — **Lenz**: Einführung in die Potentialtheorie, 2; Wärmestrahlung, 2. —

v. Baeyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im Chemischen Laboratorium (mit Piloty, Vanino, Prandtl in der unorganischen, mit Piloty, Vanino, Wieland und Dieckmann in der organischen Abteilung), tägl.; Praktische Arbeiten im Chemischen Laboratorium für fortgeschrittenere Mediziner (mit Piloty), ganz- oder halbtägig; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Piloty und Vanino), 4. — **Paul**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Nahrungsmittelchemie I, mit Exkursionen, 1½; Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde: Anorganische Präparate, 2½; Chemisches Praktikum: Praktische Übungen einschließlich physikalisch-chemischer, elektrochemischer und nahrungsmittelchemischer Arbeiten, mit serologisch-chemischen Übungen, tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Praktische Übungen einschließlich der Übungen in den für den Apotheker wichtigen Sterilisationsverfahren (die pharmazeutisch-chemischen Übungen mit Heiduschka), tägl. außer Sonnabend; Übungen für praktische Apotheker (mit Heiduschka), nach Verabredung. — **Piloty**: Analytische Chemie I, 3; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Prandtl**: Spezielle unorganische Experimentalchemie II: 4. bis 8. Gruppe des periodischen Systems, 3; Praktikum für Gasanalyse, 4. — **Wieland**: Spezielle organische Chemie I: Chemie der Fettreihe, 3. — **Dieckmann**: Chemie der Alkaloide, 1. — **Heiduschka**: Harnanalyse, 1; Gerichtliche Chemie I: Ausmittelung von Giften, 2; Galenische Präparate, ihre Darstellung und Prüfung mit Berücksichtigung der modernen maschinellen Hilfsmittel, 1; Grundzüge der Chemie für Zahnärzte, 4. — **Pummerer**: Anorganisch-chemische Technologie, ohne Schwermetalle, mit Exkursionen, 2. — **Meyer**: Elektrochemie, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum, 4. — **Kalb**: Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Piccard**: Spektroskopische Chemie, 1. —

Lindemann: Theorie der Funktionen einer komplexen Variabeln, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 4; Theorie der höheren algebraischen Kurven, 2; Mathematisches Seminar, 1½ *g*. — **v. Seeliger**: Grundfragen der Astronomie, 4; Astronomisches Kolloquium, 1 Nachmittag *g*. — **Voss**: Differentialrechnung, 4, Übungen, 1½ *g*; Analytische Mechanik, 4, Mathematisches Seminar und Übungen, 1½ *g*. — **Pringsheim**: Algebra, 4; Zahlentheorie, 4. — **Brunn**: Elemente der höheren Mathematik, 3. — **Hartogs**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 3; Determinantentheorie, 2. — **Großmann**: Präzession, Eigenbewegungen und Parallaxen der Fixsterne, 2. — **Bidlingmaier**: Einleitung in Erdmagnetismus, 2. — **Böhm**: Integralrechnung, 5, Übungen, 1; Mathematische Statistik: Anwendung der Mathematik auf statistische und versicherungswissenschaftliche Fragen, 4; Praktische Übungen und Besprechung von neuerer Literatur aus dem Gebiete der mathematischen Statistik, 2; Seminar für Statistik und Versicherungswissenschaft (mit v. Mayr und Zahn). — **Dingler**: Elementarmathematik: Planimetrie, Stereometrie, ebene und sphärische Trigonometrie mit geschichtlichen und pädagogischen Hinweisen, 4; Übungen zur Differentialgeometrie der ebenen Kurven, 2; Mathematisch-philosophisches Kolloquium: Neuere Literatur zu den Grundlagen der Arithmetik, 2; Einführung in die mathematische Behandlung von Beobachtungsdaten, 2. — **Rosenthal**: Theorie der Funktionen reeller Veränderlichen, mit besonderer Berücksichtigung neuerer Untersuchungen, 3; Seminar: Übungen aus der Algebra und praktischen Analysis, 2 *g*. —

Technische Hochschule München.

Zenneck: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Optik, 6; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Physik, 12—30. — **Fischer**: Grundzüge der Physik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 3; Apparate und Methoden des physikalischen Unterrichts an Mittelschulen I: Mechanik, Elastizität, Wärme, 3; Praktisch-physikalische Übungen: Aufbau und Handhabung von Apparaten, 4; Elektrizität und Magnetismus: a) Die wichtigsten Gesetze der Elektrostatik, des Magnetismus und der Elektrodynamik und ihre Anwendung auf Messungen und Berechnungen, b) Kurzer Abriß der Theorien der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Einführung in die wissenschaftlichen Arbeitsmethoden der Physik, 8—20. — **Knoblauch**: Anwendungen der Thermodynamik auf physikalisch-chemische Erscheinungen, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik, nach Verabredung. — **Emden**: Kosmogonische Hypothesen, 2; Meteorologie und Klimatologie, 2. — **Dieckmann**: Luftelektrizität, 1; Ausgewählte Kapitel der Telegraphen- und Fernsprechtechnik, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen aus dem Gebiete der angewandten Physik, nach Verabredung. — **von und zu Aufseß**: Populäre Astrophysik I, 2. — **Schröter**: Mechanische Wärmetheorie: Technische Thermodynamik, 2, Übungen, 1. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Lüftung, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, 3; Schwachstromtechnik: Telegraphie, Telephonie und drahtlose Telegraphie, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, 4; Elektrische Meßtechnik II, 3; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, 8, für Vorgeschrittene, nach Verabredung. — **Ossanna**: Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Umformern und Transformatoren, 8 und 2; Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen I: Gleichstrommaschinen und Umformer, 3, II: Synchrongeneratoren und Synchronmotoren, 3; Wechselstrom-Kommutatormotoren, 2; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **Kadrnozka**: Elektrische Anlagen I: Verwertung elektrischer Arbeit, a) Elektrische Kraftbetriebe, 2, b) Elektrische Bahnen, 3, II: Erzeugung

und Verteilung elektrischer Arbeit, 2, Übungen: Entwerfen elektrischer Anlagen, 4. — **Urban**: Unterrichtskurse in praktischer Photographie, 1, Übung, 3. —

Manchot: Unorganische Experimentalchemie einschließlich der Grundzüge der physikalischen Chemie, 6; Unorganisches und analytisch-chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgerücktere, 10, 20 oder 30; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im unorganischen Laboratorium, 30. — **Lipp**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, 30. — **Albert**: Die Herstellung pharmazeutischer Produkte und ihre Verwendung, 1. — **Rohde**: Heterozyklische Verbindungen II, 1. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse II, 2; Theoretische Elektrochemie, 2; Praktikum im elektrochemischen Laboratorium, 10, 20 oder 30. — **Schultz**: Chemische Technologie II: Brennmaterialienlehre und Feuerungskunde, 3; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20—30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, nach Verabredung; Chemisch-technische Übungen: Chemisch-technische Analyse, Färberei (mit Jacob und Braß), 4. — **Jacob**: Chemisch-technische Prüfungsmethoden, 1. — **Braß**: Textilfaserstoffe und ihre Veredlung, 1. — **Lintner**: Landwirtschaftliche Technologie I: Wasser und Kohlehydrate, 3; Gärungschemisches Praktikum nebst Übungen in der Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, bis 30. —

v. Dyck: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 3; Funktionentheorie nach Cauchy und Riemann, 4, Übungen, 1; Mathematisches Seminar: Kolloquium (mit Finsterwalder, Burkhardt und Liebmann), 2. — **Burkhardt**: Höhere Mathematik III, 5, Übungen, 2; Näherungsweise Integration von Differentialgleichungen, 2, Übungen, 1. — **Doehlemann**: Grundzüge der höheren Mathematik I, 4, Übungen, 2; Darstellende Geometrie I, mit Schattenkonstruktionslehre, 5, Übungen, 6; Linien-Geometrie in synthetisch-analytischer Behandlung, 5. — **Liebmann**: Ebene und sphärische Trigonometrie, 3, Übungen, 1; Projektive Geometrie der Ebene, 4. — **Finsterwalder**: Vektoranalysis mit Anwendungen, 3; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten in darstellender Geometrie, Übungen, 1. — **Lagally**: Analytische Mechanik, 4. — **N. N.**: Einführung in die Lehre von den Integralgleichungen, mit Anwendungen, 4. — **Burmester**: Täuschungsarten und Kinematographie mit Demonstrationen, 1. — **Schmidt**: Vermessungskunde I, 4, Praktikum, 2 und 4; Landesvermessung, 4; Katastertechnik I, 3, Praktikum III: Meßübungen, 4, Rechenübungen, 4; Kartierungsübungen, 4. — **Bischoff**: Graphisches und mechanisches Rechnen: Rechenschieber, Rechenmaschinen, Planimeter usw., 1; Rechnungsmethoden der Bayer. Katasterverwaltung, 1. — **Schlötzer**: Anleitung zur rechnerischen Ausarbeitung geodätischer Aufnahmen, Übungen, 2. — **Föppl**: Technische Mechanik II: Graphische Statik, 3, Übungen, 2, III: Festigkeitslehre, 4. — **Günther**: Astronomische Geographie in elementarer Darstellung, 2. —

Universität Münster.

Schmidt: Experimentalphysik: Elektrizität und Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Szivessy), 3 oder 6, für Fortgeschrittene (mit Konen), tägl; Physikalisches Seminar (mit Konen und Szivessy), 14tägig, 2 *g*. — **Konen**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4, Übungen, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel der neueren Physik, mit Experimenten, 1 *g*. — **Szivessy**: Vektor-Analysis mit Anwendungen auf physikalische Probleme, 2. —

Salkowski: Anorganische Chemie, 5; Organische Chemie II: Zyklische Verbindungen, 2; Chemisches Praktikum, für Anfänger (Chemische Analyse) und Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Kaßner und Ley), 6; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Ley), tägl. außer Sonnabend. — **Kaßner**: Organische Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der Medizin und Pharmazie, 4; Maßanalyse, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie mit besonderer Berücksichtigung der Analyse technischer Gase, 1; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des Deutschen Arzneibuches, 1; Pharmazeutisch-chemische, maßanalytische und toxikologische Übungen, Darstellung chemischer Präparate, Gasanalyse, Anleitung zur Bearbeitung selbständiger wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, tägl. außer Sonnabend. — **Tobler**: Sterilisationstechnik für Apotheker, nach Verabredung. — **Ley**: Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Anwendung der Spektroskopie auf chemische Probleme, 1 *g*; Übungen in Demonstrationsversuchen (chemischer Teil), 3. — **Bömer**: Analytische Chemie: Organischer Teil, 1; Herstellung, Zusammensetzung und Verfälschung der Nahrungsmittel, verbunden mit Besichtigung einschlägiger Betriebe, 2 *g*. — **König**: Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten und Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Chemie für Fortgeschrittene (mit Bömer), tägl. *g*. —

v. Lilienthal: Differential- und Integralrechnung II, 3, Übungen, 1 *g*; Krümmungstheorie der Kurven und Flächen, 4; Übungen des mathematischen Oberseminars, 2 *g*. — **Killing**: Analytische Geometrie II, 4, Übungen, 1 *g*; Determinanten und niedere Algebra, 2; Transformationsgruppen, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **Timpe**: Graphische und numerische Methoden der Algebra und Analysis, 2; Graphische Statik, 2, Übungen, 2 *g*. — **Schewior**: Ausgleichung der Beobachtungsfehler, 2, Übungen (mit Timpe), 1 *g*. — **Plaßmann**: Die Fixsterne, 2 *g*; Zeitrechnung und Kalenderkunde, 2; Methodik des Unterrichts in der mathematischen Geographie und elementaren Astronomie, 1; Übungen im Beobachten und Rechnen, nach Verabredung *g*. —

Universität Prag.

Lampa: Experimentalphysik I: Allgemeiner Teil, 5; Physikalisches Praktikum I, 6 bzw. 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Frank**: Theoretische Mechanik, besonders Theorie der Relativbewegung, 3; Optische und Wärmeerscheinungen in rasch bewegten Körpern, 2; Gravitationstheorie und Relativitätstheorie, 2 *g*. — **Scheller**: Astrophotometrie, 2. — **Spitaler**: Meteorologie I: Allgemeine Eigenschaften der Atmosphäre und ihre Temperatur, 3; Physikalische Erdbebenforschung, 2. —

Meyer: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, für Vorgeschrittene, tägl. *g*; Übungen in der Ausführung von Vorlesungsexperimenten, 2. — **Rothmund**: Physikalische Chemie I, 4; Thermochemie, 1; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. — **Wagner**: Einführung in die Kolloidchemie, 1. — **Kirpal**: Pharmazeutische Chemie, 4. — **Hönigschmid**: Analytische Chemie, 3. — **Morgenstern**: Alkaloide, 1. — **Herzog**: Ausgewählte Kapitel der Biochemie, nach Verabredung. — **Sigmund**: Biochemie des Bodens, 1. — **Fortner**: Chemie der Nahrungsmittel mit praktischen Übungen, 3. —

Pick: Infinitesimalgeometrie, 3; Nichteuklidische Geometrie, 2, Seminar, 1 *g*; Geometrie des Funktionenraumes (mit Kowalewski, Frank und Blaschke), 2 *g*. — **Kowalewski**: Theorie der Funktionen einer komplexen Variablen, 4; Über höhere komplexe Zahlen, 1; Lektüre und Besprechung ausgewählter Schriften von E. Study, 1. — **Blaschke**: Probleme der Variationsrechnung, 2; Elemente der darstellenden Geometrie, mit Übungen, 3. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Experimentalphysik: Metrologie, Fundamentalsätze der Mechanik, Mechanik physikalischer Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik, Aerostatik und Aerodynamik, Wellenlehre, Akustik, Optik, Wärmelehre, Mole-

kulartheorie, 5, für Kulturingenieure, 3; Physikalisches Praktikum, 6. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 3, Praktische Übungen, 4; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 2. —

Hönigschmid: Anorganische Chemie, 4; Analytische Chemie (anorganisch, qualitativ), 2; Übungen im anorganisch-chemischen und analytischen Laboratorium I und II, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, tägl. außer Sonnabend. — **N. N.**: Organische Chemie: Spezielle Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Analytische und synthetische Methoden der organischen Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 2; Übungen im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Storch**: Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung: I.b und II. Gruppe des periodischen Systems, 2; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Maßanalyse, 1; Physikalische Chemie I: Chemische Statik und Dynamik, 2, III: Photochemie, IV: Elektrochemie, 3; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum, zugleich Physikalische Methoden der Untersuchung von Nahrungsmitteln, 1, Übungen, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, 15. — **Ditz**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe I: Chemische Großindustrie, 6; Übungen im anorganisch-technologischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **v. Georgievics**: Chemische Technologie organischer Stoffe I, 5; Übungen im organisch-technologischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **v. Gintl**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2; Chemie der Nahrungs- und Genußmittel und Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsgegenständen, 3, Übungen, 8; Methoden der quantitativen Mineralanalyse, 2; Praktische Metallographie, 2. Übungen, 1 Nachmittag. — **Außerwinkler**: Photographie, 1, Photographisches Laboratorium, 4. — **Herzog**: Agrikulturchemie, 3; Technische Mykologie, 2; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Siegmund**: Biochemie der Alkaloide, Glukoside und Gerbstoffe, 1; Ausgewählte Kapitel der Chemie für Kulturingenieure, 2. —

Carda: Mathematik I, 6, Übungen, 2; Elemente der höheren Mathematik, 6, Übungen, 1; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2; Ausgewählte Kapitel der Differential- und Integralrechnung, Vektoranalysis, 2. — **Blaschke**: Mathematik II, 6, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, Probleme der Variationsrechnung, 2. — **N. N.**: Mathematik für Lehramtskandidaten, 3. — **Rosmanith**: Versicherungsmathematik I, 4, IIa, 2, IIb, 2; Politische Arithmetik, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 5, Konstruktive Übungen, 8 und 6, Übungen für Vorgeschrittene, 6; Geometrie der Lage, 3. — **Grünwald**: Ausgewählte Abschnitte aus der Bewegungslehre starrer Körper, 2. — **Pöschl**: Allgemeine Mechanik, 3, Repetitorium, 1, Graphische Übungen, 2; Besondere Probleme aus dem Gesamtgebiete der Mechanik, 2. — **Geßner**: Enzyklopädie der Mechanik, 3. — **Haerpfer**: Elemente der niederen Geodäsie, 3, Übungen, 2; Theorie der Kartenprojektionen, 1. — **Adamczik**: Niedere Geodäsie, $4^1/_2$; Höhere Geodäsie, 3, Übungen, 2; Geodätisches Rechnen I, 2, II, 2. —

Universität Rostock.

Heydweiller: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalische Übungen: a) für Mathematiker und Naturwissenschaftler, verbunden mit Handfertigkeitsunterricht (mit Weber), 8, b) für Mediziner und Pharmazeuten, 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl.; Physikalisches Seminar (mit Weber), 1. — **Weber**: Einführung in die theoretische Physik, 3, Übungen, 1; Elektrizität und Magnetismus, 2; Vektoranalysis, 1; Wissenschaftlich-physikalische Arbeiten, tägl. —

Michaelis: Organische Chemie, 5; Übungen im chemischen Laboratorium: a) Großes Praktikum, tägl. außer Sonnabend, b) Kleines Praktikum, 9, c) Übungen für Mediziner, 4, d) Übungen für Nahrungsmittelchemiker (mit Kunckell), 4; Pharmazeutische Präparatenkunde, 2 *g*. — **Stoermer**: Analytische Chemie, 4; Gerichtlich-toxikologische Chemie, 2; Chemie und Technologie der Farbstoffe mit farbchemischem Praktikum, 3. — **Kümmell**: Chemische Verwandtschaftslehre: Chemische Statik und Kinetik, Thermochemie, Photochemie, 3; Kleines physikochemisches Praktikum, 4; Physikochemisches Vollpraktikum: Leitung selbständiger Arbeiten, tägl. — **Kunckell**: Examinatorium für Chemie für Pharmazeuten, $4^1/_2$; Untersuchung der Arzneimittel, 1. —

Staude: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Elliptische Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 2. —

Universität Straßburg.

Braun: Experimentalphysik II: Wärme, Akustik, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen, 13; Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium (mit Cohn), 2 *g*. — **Cohn**: Die neuere Entwicklung der Elektrodynamik, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten. — **Mandelstam**: Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie (experimentell), 2; Übungen aus der angewandten Elektrizitätslehre, 1. — **Papalexi**: Röntgenstrahlen (Eigenschaften und moderne Theorie) mit Demonstrationen, 1. — **Rohmann**: Wellenerscheinungen aus verschiedenen Gebieten der experimentellen Physik, 1. — **Hecker**: Ausgewählte Kapitel aus der Physik des Erdkörpers II, 1 *g*. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie, anorganischer Teil, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene (mit Wedekind und Straus), tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über neuere chemische Literatur (mit Wedekind und Straus), auch für Anfänger, 14tägig, 1 Abend *g*. — **Rose**: Chemische Technologie der Metalloide, 3; Die Untersuchung und Reinigung des Wassers, 1 *g*. — **Wedekind**: Analytische Chemie I, $2^1/_4$; Einführung in die Elektrochemie und ihre Anwendungen, 1; Radioaktivität, 1; Physikochemisches und elektrochemisches Praktikum, 4. — **Straus**: Benzolderivate II, 2; Organische Reaktionen in ihrem Zusammenhang: Hydroxyl- und Amidogruppe, 2. — **Ruggli**: Physikalisch-chemische Gesetze in Anwendung auf technische Probleme, 1. — **Oesterle**: Pharmakognosie, 4; Pharmazeutische Chemie und chemische Toxikologie II, 4; Arbeiten im pharmazeutischen Institut, tägl. außer Sonnabend; Pharmakognostisch-mikroskopische Übungen, 3; Pharmakochemisches Kolloquium, nach Verabredung *g*. — **Kreuz**: Die Industrie des Zuckers und der alkoholischen Getränke, mit Exkursionen, 1. —

Schur: Projektive Geometrie, 4; Grundlagen der Geometrie, 2; Geometrische Übungen, $1^1/_2$. — **Faber**: Algebra, 4; Partielle Differentialgleichungen, 2, Übungen, 2 *g*. — **Simon**: Geschichte der Mathematik im Mittelalter, 2. — **Wellstein**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 2 *g*. — **v. Mises**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4; Mechanik starrer Körper, 2; Seminaristische Übungen in angewandter Mathematik: Anwendung der Integralgleichungen, $1^1/_2$ *g*. — **Epstein**: Die hypergeometrische Differentialgleichung, Kugelfunktionen, Besselsche Funktionen, 2. — **Speiser**: Analytische Funktionen und Riemannsche Flächen, 3. — **Bauschinger**: Figur und Rotation der Himmelskörper, 4; Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, für Fortgeschrittene, nach Verabredung. — **Wirtz**: Kartenentwurfslehre, 2. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4, für Fortgeschrittene, halbtägig; Selbständige wissenschaftliche Untersuchungen, ganztägig. — **Meyer**: Theoretische Physik I: Einleitung und Theorie der Wärme, 3, Übungen, 1; Neuere Ergebnisse der Atomistik, mit Experimenten, 1. —

Wislicenus: Anorganische Chemie, 5, Ergänzungen, 1; Praktische Übungen im Laboratorium für Anfänger und Fortgeschrittene (mit Bülow, Weinland, Kliegl, Magnus), tägl.; Abgekürztes chemisches Praktikum, 2 oder 3 Halbtage. — **Thierfelder**: Organische Chemie für Mediziner, 4; Praktisch-chemische Übungen für Anfänger I: Qualitative Analyse, 6, II: Quantitative Analyse und physiologisch-chemische Übungen, 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, ganz- oder halbtägig. — **Bülow**: Analytische Chemie I, mit besonderer Berücksichtigung der praktischen Arbeiten im chemischen Laboratorium, 3; Die Rohmaterialien der Fabrikation künstlicher organischer Farbstoffe und ihre Wertbestimmung, 1; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Wislicenus), ganz- oder halbtägig. — **Weinland**: Maßanalyse, 1; Chemie der Arzneistoffe I: Anorganischer Teil, 2; Chemie der Nahrungsmittel, 1; Vergleichung der Elemente an der Hand des periodischen Systems, 1; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum (mit Wislicenus), ganz- und halbtägig. — **Kliegl**: Zyklische Verbindungen I: Einkernige Benzolderivate, 3; Kolloquium über anorganische Chemie, 1; Präparative Arbeiten (mit Wislicenus), ganztägig. — **Magnus**: Physikalische Arbeitsmethoden in der Chemie, 1; Physikalisch-chemische Übungen (mit Wislicenus). —

v. Brill: Einführung in die höhere Mathematik, 4; Über nichtstarre Systeme und die Mechanik von Hertz, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Niedere Algebra und Analysis, 4; Elliptische Funktionen, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **König**: Projektive Geometrie II, mit Übungen, 2; Höhere Analysis II: Integralrechnung, 3, Seminar, 1. — **Happel**: Sphärische Trigonometrie mit Anwendungen, 2, Übungen, 1; Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung, 2. — **Rosenberg**: Populäre Astronomie, mit Demonstrationen, 2; Photometrie der Gestirne, mit gelegentlichen Übungen, 1; Leitung selbständiger astronomischer und astrophysikalischer Arbeiten, für Fortgeschrittene, tägl. —

Universität Wien.

Lecher: Experimentalphysik für Lehramtskandidaten und Mediziner, 5; Demonstrationspraktikum, 1; Physikalische Demonstrationen für Mittelschulen, 6; Anleitung für wissenschaftliche Arbeiten, tägl. — **Exner**: Allgemeine Physik als Grundlage der Naturwissenschaften: Materie und Äther, 3, Ergänzungen, für Pharmazeuten, 2; Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, sowie für Chemiker und Naturhistoriker, 6; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. — **Hasenöhrl**: Theorie der Elektrizität, 5; Proseminar für theoretische Physik, 1 *g*; Seminar für theoretische Physik, 1 *g*; Besprechung neuer Arbeiten über theoretische Physik (mit Meyer, Ehrenhaft, Nabl und Schrödinger), 1. — **Meyer**: Radioaktivität, 3. — **Ehrenhaft**: Grundzüge der Mechanik unter besonderer Berücksichtigung der Vektorrechnung, Akustik, Thermodynamik, 5. — **Haschek**: Optik mit besonderer Berücksichtigung der Spektralerscheinungen, 3. — **Mache**: Ionentheorie, 1. — **Nabl**: Die neueren Atommodelle der theoretischen Physik, 2. — **Heß**: Die physikalischen Grundlagen der Ballonführung, 1. — **Kohlrausch**: Die lichtelektrischen Erscheinungen, 1. — **Schrödinger**: Ausgewählte Kapitel aus der statistischen Mechanik und Quantentheorie, 2. — **Sirk**: Moderne Atomistik, 1. — **Defant**: Kosmische Physik, 2; Sonnenstrahlung, 1. — **Hinterberger**: Photographisches Praktikum, 6 Wochen *g*; Praktischer Kurs über Mikrophotographie, 20 *g*. —

Wegscheider: Theoretische und physikalische Chemie I, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene (mit Wenzel und Pollak), tägl. — **Goldschmiedt**: Chemie I: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger und Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, tägl. — **Herzig**: Über Alkaloide, 2; Übungen aus pharmazeutischer Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Pollak**: Chemische Technologie: Tierische und pflanzliche Rohstoffe, mit Exkursionen, 3; Färberei-chemische Übungen, 5. — **Wenzel**: Chemische Technologie, Anorganische Großindustrie, 3. — **Franke**: Anleitung zur Ausführung chemisch-wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Analytische Chemie, im Anschluß an die chemischen Übungen für Mediziner, 1; Organische Chemie: Fettreihe, 3. — **Schacherl**: Ausgewählte Kapitel der Chemie und Technologie der Nahrungsmittel, 2. — **Vortmann**: Arbeiten für Vorgeschrittene. — **Billiter**: Theorien der Chemie, 1. — **M. Kohn**: Einführung in das Studium der heterozyklischen Verbindungen der organischen Chemie, 1. — **Abel**: Phasenlehre, 1; Physikalisch-chemisches Konversatorium, 1. — **Moßler**: Terpene und Kampfer, 1; Harnanalyse mit Mikroskopie des Sedimentes, 6 Wochen. — **Kailan**: Grundlinien der Thermodynamik, 1. — **Zellner**: Chemie der vegetabilischen Fette, mit Rücksicht auf die chemische Technologie derselben, 2. —

Escherich: Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 1; Proseminar für Mathematik, 1 *g*; Seminar für Mathematik, 2 *g*. — **Wirtinger**: Funktionentheorie, 5; Übungen zur Elementarmathematik, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*; Mathematisches Proseminar: Übungen zur Elementarmathematik, 1 *g*. — **Mack**: Kurs über darstellende Geometrie, 3 *g*. — **Furtwängler**: Algebra, 5; Proseminar, 2 *g*; Seminar, 1 *g*; Elementarmathematik, 1 *g*. — **G. Kohn**: Einleitung in die synthetische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Differentialgeometrie II, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik I, 3. — **Roth**: Algebraische Funktionen, 3. — **Groß**: Variationsrechnung, 3. — **v. Hepperger**: Sphärische Astronomie, 4. — **Oppenheim**: Mechanik des Himmels, 3, Übungen, 1 *g*; Astronomische Geographie, 2. — **Ebert**: Ausgewählte Kapitel aus der astronomischen Dynamik, 2. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 5; Praktische Übungen, 4 und 8, für Pharmazeuten und Mediziner, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Theorie der Wärme, 4. — **Harms**: Über neuere Untersuchungen auf dem Gebiete der Radioaktivität, 1; Physikalische Übungen für Fortgeschrittene, 1 Nachmittag. — **Rau**: Neuere Ergebnisse der Spektroskopie, 1. —

Buchner: Experimentalchemie I: Unorganische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner und Zahnärzte (mit Emmert), 6; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Emmert und v. Halban), tägl.; Kolloquium (mit Emmert und v. Halban), 14tägig, 1½ *g*. — **Medicus**: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halb- und ganztägig; Praktikum der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, ganz- oder halbtägig. — **N. N.**: Analytische Chemie (Experimentalvorlesung zur Ergänzung des analytisch-chemischen Praktikums), 3. — **Pauly**: Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, tägl.; Moderne Gesichtspunkte der organisch-chemischen Praxis, 1 *g*. — **Emmert**: Benzolchemie mit Experimenten, 2. — **v. Halban**: Physikalisch-chemischer Einführungskurs, 2 Wochen; Theorie und Praxis der für den Chemiker wichtigsten physikalisch-chemischen Methoden, 2. —

Rost: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4 *g*; Sphärische und praktische Astronomie, mit Demonstrationen, 4; Politische Arithmetik, 4, Übungen, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*. — **v. Weber**: Analytische Mechanik I, 4, Übungen, 2 *g*; Geschichte der Mathematik, 3. — **Hilb**: Ausgewählte Kapitel aus der Elementarmathematik, 4; Differentialgleichungen, 4; Einführung in die höhere Mathematik, 1. — **Föppl**: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Kombinatorik und Determinanten, 2 *g*. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag, für Vorgerücktere, tägl. — **N. N.**: Elektrodynamik, 4, Übungen, 1 *g*; Potentialtheorie, 2. — **Greinacher**: Radioaktivität, mit Experimenten, 1; Radiologisches Praktikum, halbtägig. — **Ratnowsky**: Einführung in die theoretische Physik: Prinzipien der analytischen Mechanik, Allgemeine Thermodynamik, 3; Besprechungen aktueller Probleme der theoretischen Physik, 2. —

Werner: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere: Präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten, tägl.; Chemisches Halbpraktikum für Naturwissenschaftler, halbtägig. — **Abeljanz**: Qualitative chemische Analyse, 2; Anleitung zu chemischen Arbeiten für Mediziner, 1; Chemie der Nahrungsstoffe, 1; Chemisches Kolloquium, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, sowie für Naturwissenschaftler, 3 Tage, für Lehramtskandidaten, 6; Übungen im Untersuchen von Lebensmitteln, 4 oder 8. — **Pfeiffer**: Aromatische Chemie I, 3; Stereochemie, 2; Theorie der Lösungen, 1. — **Jantsch**: Chemie der alizyklischen Verbindungen: Naphthene, Terpene und Kampfer, 2. — **Reichinstein**: Einführung in die Elektrochemie, 2. — **Baudisch**: Lichtchemie, Lichtbiologie und Lichtpathologie, 1. —

Zermelo: Differential- und Integralrechnung I, 4; Elemente der Determinanten, 2; Differentialgleichungen, 2; Mathematische Übungen für Vorgerücktere, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie I, mit Übungen, 4; Analytische Geometrie I, mit Übungen, 4; Mathematische Geographie, 2. — **Gubler**: Algebraische Analysis, 2. — **Bernays**: Theorie der ganzen transzendenten Funktionen, 3; Mathematische Übungen für Anfänger, 2. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Theorie der Finsternisse, 2. —

Technische Hochschule Zürich.

Weiß: Physik, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Schweitzer), 4 und 8; Wissenschaftliche Arbeiten im physikalischen Institut, 8, 12 und 24. — **Schweitzer**: Physik I, 3, Repetitorium, 1; Optik, 2; Experimentalphysik II, 4, Repetitorium, 1, Theoretische Ergänzungen, 1. — **Cherbuliez**: Geschichte der Physik vom Ausgang des 16. Jahrhunderts bis zur Neuzeit I, 2; Geschichte der Untersuchungen über die Zusammendrückbarkeit der Körper, 1. — **de Quervain**: Referate über die neuere Literatur der Meteorologie und Geophysik, 1. — **Wolfke**: Elektromagnetische Lichttheorie, 1; Temperaturstrahlung fester Körper, 1. — **Barbieri**: Photographie I, 2; Photographisches Praktikum, 2; Militärphotographische Übungen, 14tägig, 3. — **Kuhlmann**: Theoretische Elektrotechnik II, 4, Repetitorium, 1, III, 4, Repetitorium, 1, IV, 1; Elektrische Beleuchtungstechnik, 1; Elektrotechnisches Laboratorium, 4, 8 und 11; Elektrotechnische Konstruktionsübungen: Wechselstrom, 6. — **Tobler**: Elektrische Signalapparate für Eisenbahnen, 2; Schwachstromtechnik I, 1. — **Wyßling**: Elektrische Anlagen I, 3, Übungen, 3. — **Farny**: Elektrische Maschinen I: Gleichstrom, 3, Repetitorium, 1; Spannungskontiguitäts-Maschinen mit selbstregulierender Kommutation, 1. —

Treadwell: Analytische Chemie I, 2, Repetitorium, 1; Gasanalyse, mit Übungen, 1; Chemie, 2, Repetitorium, 1; Chemisches Praktikum, 24; Analytisches Praktikum, 20, 16 und 10, für Vorgerücktere, tägl. — **Baur**: Physikalische Chemie II, 2, Repetitorium, 1; Allgemeine Elektrochemie, 2, Repetitorium, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum, 8; Elektrochemisches Praktikum, 4, für Elektrochemiker, 8; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium für Vorgerücktere, tägl. — **Bosshard**: Anorganisch-chemische Technologie I: Wasser, Salze, Säuren, 4, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Wärme und der Brennstoffe, 2, Repetitorium, 1; Metallurgie, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Cérésole**: Organische Technologie I: Bleicherei, Färberei, Farbstoffe, 4, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Constam**: Untersuchung und Bewertung der Brennstoffe, 1. — **Emil Ott**: Die Leuchtgasindustrie, 1. — **Erwin Ott**: Chemie der heterozyklischen Verbindungen, 2. — **Staudinger**: Anorganische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II, 2, Repetitorium, 1; Chemisches Praktikum, 24, 10 und 16, für Vorgerücktere, tägl. — **Stern**: Molekulartheorie, 2. — **Wiegner**: Agrikulturchemie I: Bodenkunde und allgemeine Düngerlehre, 3; Landwirtschaftlich chemische Technologie: Zucker- und Spiritusfabrikation, 2; Chemie der Milch und Milchprodukte, 1; Anleitung zu den Übungen im agrikulturchemischen Laboratorium, 1; Agrikulturchemisches Praktikum, 8 und 16, für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Anorganische Chemie, 4, Repetitorium, 1; Chemie der Alkaloide und ihre Wirkungen, 2; Agrikulturchemisches Praktikum, 3 und 16, für Vorgerücktere, tägl.; Anleitung zu den Übungen, 1; Physiologisch-chemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. —

Hurwitz: Funktionentheorie, 4; Mathematisches Seminar (mit Weyl), 2. — **Amberg**: Mathematik der Lebensversicherung I, 2. — **Baeschlin**: Vermessungskunde II, 4, Repetitorium, 1; Ausgewählte Kapitel aus der Vermessungskunde, 3, Übungen, 2, Repetitorium, 1; Geodätisches Praktikum, 2; Höhere Geodäsie, 3, Repetitorium, 1. — **Beyel**: Rechenschieber mit Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2; Projektive Geometrie, 1; Flächen 2. Grades, 2. — **Brandenberger**: Einführung in den Mathematischen Unterricht I, 2. — **Burger**: Graphische Vervielfältigung, 2. — **Franel**: Höhere Mathematik I, 5, Repetitorium, 1, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 1. — **Großmann**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Anwendungen der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 4; Projektive Geometrie, 4. — **Hirsch**: Höhere Mathematik I, 5, Repetitorium, 1, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 1. — **Keller**: Mathematik, 4; Theorie der Zentralprojektion mit Anwendung auf Kollinkation und praktische Perspektive, 2. — **Kienast**: Lineare Differentialgleichungen, 2. — **Kollros**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage, 3; Mathematische Übungen, 2. — **Kraft**: Geometrische Analysis: Vektor- und Punktrechnung, 3; Vektoranalysis II, 3, III, 3, VII, 1. — **Meißner**: Mechanik II, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Elastizitätstheorie dünner Platten und Schalen, 2. — **Rudio**: Höhere Mathematik, 5, Übungen, 2. — **Weyl**: Analytische Geometrie, 3, Übungen, 2; Potentialtheorie und Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 3. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Theorie der Finsternisse, 2. —

Angebote.

Gesucht

Techniker oder jüngerer Ingenieur

der **Elektrotechnik** zum sofortigen Eintritt. Bewerber mit Kenntnissen auf dem Gebiet der **drahtlosen Telegraphie** werden bevorzugt.

Signal Ges. m. b. H.

Kiel, Werk Ravensberg am Habsburgerring.

Für die Redaktion verantwortlich i. V. Privatdozent Dr. Max Born in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Druck von August Pries in Leipzig.

Fig. 1a.

Fig. 1b.

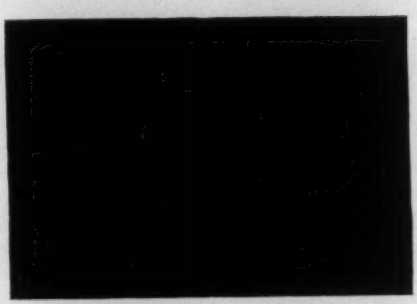


Fig. 1c.

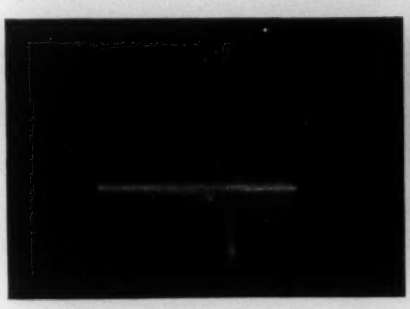


Fig. 2a.

Fig. 2b

OBERLIN
COLLEGE
LIBRARY

Fig. 3a.

Fig. 3b.

Fig. 3c.

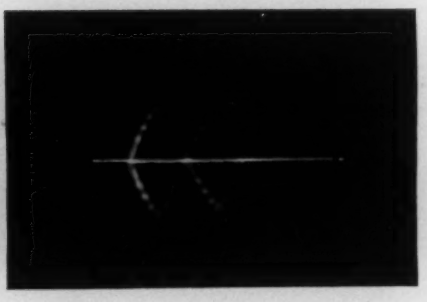


Fig. 3d.

F. C. Kock, Eine Abänderung der Braunschen Röhre zur direkten Darstellung von Wechselstromkurven.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Have other vols